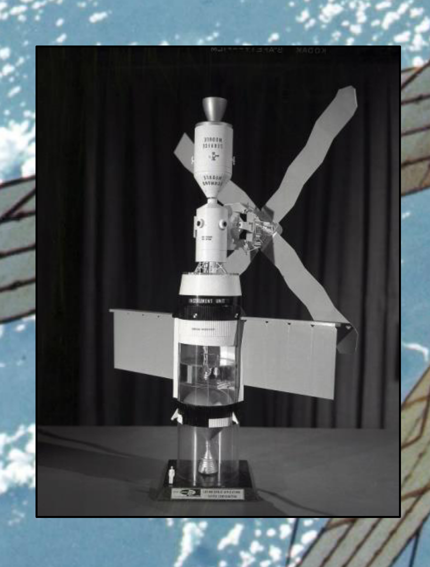
CAPSULA ESPACIAL

Revista digital de astronáutica y espacio
Nº 33 - 2019



Laboratorio Orbital Skylab



Proyecto AAP
Descripción técnica
Misiones
Caída



Estimados lectores

Este ejemplar de *Cápsula Espacial* trata de la que fue la primera estación espacial de Estados Unidos después de muchos años de espera y con la atenta mirada hacia Rusia y sus estaciones espaciales Salyut; toda una aventura en la investigación astronómica en la década de l970, con observaciones solares, cometarias y terrestres, también veremos los pormenores que tuvieron sus tripulantes, hasta los últimos días en órbita de esta nave.

Usted puede colaborar con la revista para la creación de contenidos a través de los botones de donación que posee el Blog.

Muchas gracias.

Biagi Juan

Contacto



https://capsula-espacial.blogspot.com



https://www.instagram.com/capsula_espacial/



r.capsula.espacial@gmail.com

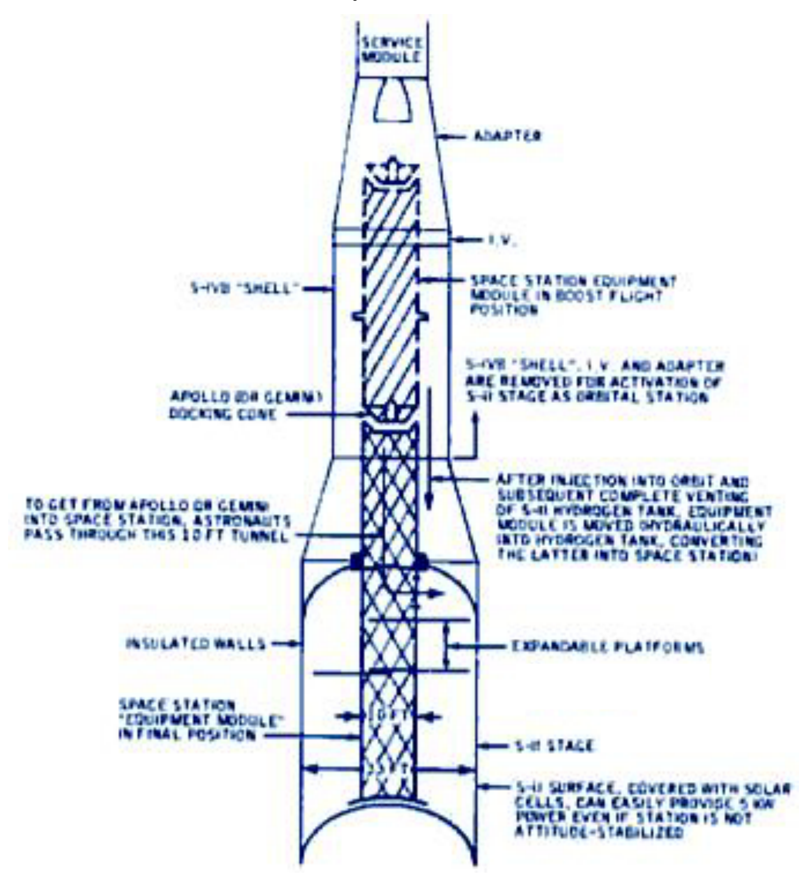
Portada: Primer plano del Montaje Telescopio Apollo (ATM) (NASA).



Contenido

Inicios

El proyecto que posteriormente sería conocido como Skylab nace en febrero de 1959, cuando uno de los objetivos de la nueva agencia espacial NASA sería construir una base permanente en órbita baja, en junio de ese mismo año, Von Braun propone a la ABMA (Army Ballistic Missile Agency) su concepto de laboratorio orbital (denominado Wet Workshop) como parte de un programa para investigar la posibilidad de crear una base militar en la Luna, una idea muy buena, aunque las dificultades técnicas asociadas eran enormes, una fase superior podría ser usada como laboratorio orbital una vez que el combustible de su interior se agotara, aumentando la capacidad de carga del cohete y creando al mismo tiempo una estación espacial de gran tamaño, aunque la ABMA nunca implementaría tal programa, la idea de Von Braun figuraría de manera prominente en sobre la configuración del Laboratorio Orbital Skylab.



Un mes después de que Von Braun presentara su propuesta, se lleva a cabo una reunión en el Centro NASA/ Langley para definir los objetivos de la agencia espacial para un laboratorio orbital que permitiera a científicos estudiar la reacción psicológica y fisiológica de un ser humano en el espacio exterior durante un largo período de tiempo; en segundo lugar, permitir a los técnicos analizar cómo los materiales, fuentes de alimentación y los mecanismos de control funcionarían en un entorno espacial verdadero y en tercer lugar, un laboratorio espacial proporcionaría técnicas de comunicación, control de órbita y acoples para la evacuación del personal.

Para fines de 1959, la NASA da pasos importantes hacia la creación de un programa para colocar un laboratorio y una tripulación en órbita; reconociendo (en esa fecha temprana) que el aterrizaje de una persona en la Luna podría clasificarse como un programa de mayor prioridad en el programa espacial estadounidense, el laboratorio espacial sería uno de los pasos iniciales en el alunizaje en 10/15 años, este enfoque sugería que, desde el principio, la NASA vería a un laboratorio orbital como un mero componente de una misión más grande, en lugar de un programa que podría basarse en su propio mérito técnico.

En 1960 se decide que la expedición lunar fuese una prioridad después de la finalización del proyecto Mercury; en 1961, el presidente Kennedy anuncia el objetivo de colocar a una persona en la Luna para fines de la década, Von Braun y otros abogan por adoptar una configuración de la misión que usaría un vehículo orbital como base de ensayo para una misión lunar con el objetivo de que dicha nave también podría servir como un laboratorio espacial entre misiones lunares.

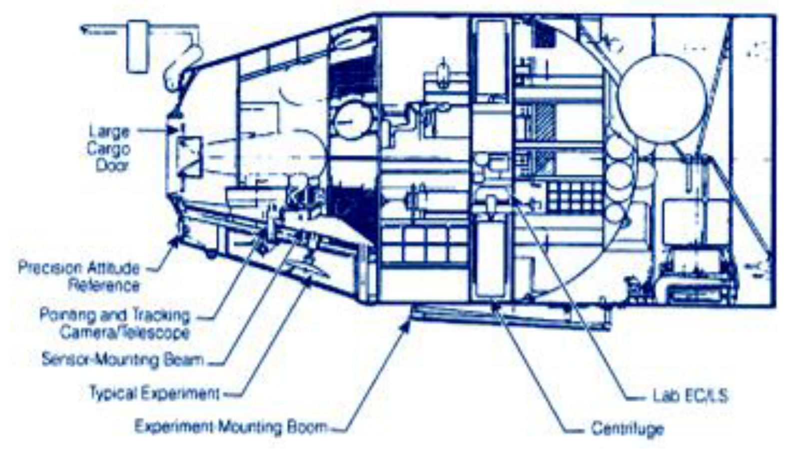
El Centro NASA/Langley, en 1961 sugiriere usar una estructura hinchable junto con una nave Apollo para crear una pequeña estación espacial que se denominaría Apolo-X, sin embargo, en 1962, la NASA optaría por un plan que incluía a un Módulo de Comando y Servicio colocado en órbita lunar, éste esquema no requeriría de un laboratorio y una tripulación en órbita terrestre, por lo que efectivamente se archiva el concepto de Von Braun durante al menos la duración del programa lunar Apollo.

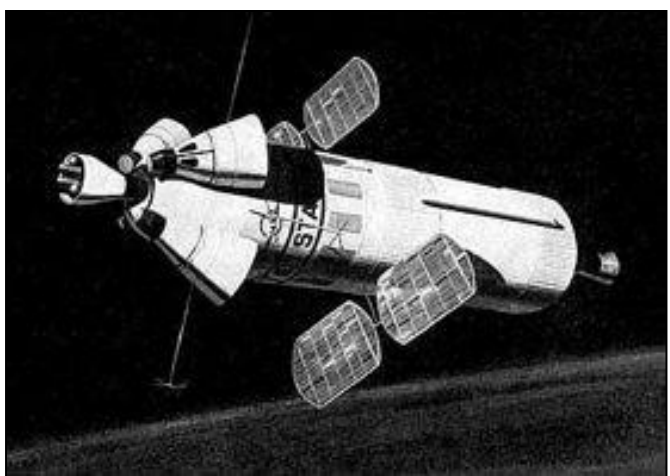


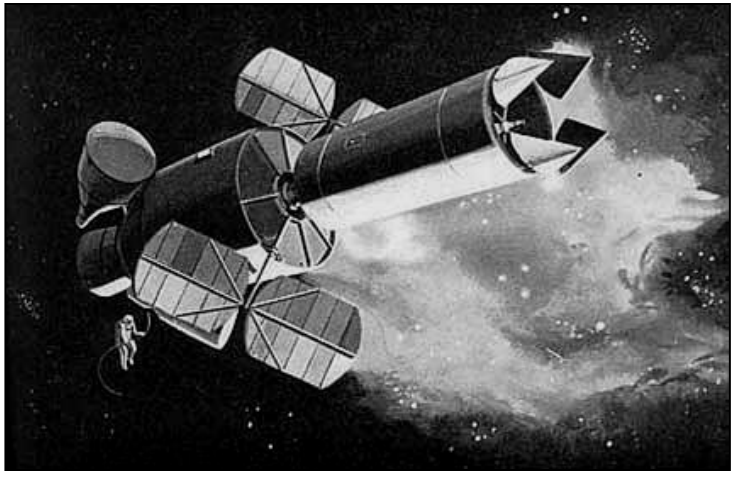


El 17-10-1962 la Oficina de Vuelos Espaciales Tripulados pide a los centros de la NASA que presenten opiniones sobre cómo se podría usar y beneficiarse de una nave orbital capaz de mantener una tripulación, el Centro NASA/Marshall (MSFC) responde rápidamente a la solicitud elaborando una propuesta que detalla las áreas en las que los contratistas privados tendrían que hacer estudios para determinar la viabilidad de tal empresa y en 1963 contrata a la Douglas Aircraft Corp. y a la Boeing para que realizaran estudios sobre las posibles configuraciones de la nave, el apoyo adicional para el concepto de un laboratorio espacial orbital se produce a finales de 1963, cuando los funcionarios del Dto. de Defensa y la NASA acuerdan explorar la posibilidad de desarrollar conjuntamente planes para el vehículo espacial, se crea un proyecto para lanzar una estación con capacidad para 18 personas usando el equipamiento del Apollo, este proyecto rivalizaría con la propuesta de la estación orbital MORL (Manned ORbiting Laboratory -no confundir con el MOL militar-) del Centro NASA/Langley.

En principio, MORL debía usar los equipos del programa Gemini, aunque en 1964 se decide usar el cohete Saturn IB para lanzar una estación de unas 14 tn (en todos los casos se contemplaba emplear el concepto Wet Workshop)las tripulaciones viajarían a bordo de naves Gémini o Apollo y más adelante se podría lanzar una estación de mayor tamaño denominada LORL (Large Orbiting Research Laboratory).







Todo el trabajo realizado en proyectos para tener éxito dentro del programa Apollo tenía la clasificación de programas de estudios avanzados, pero estos estudios e informes de viabilidad que sugerían los beneficios potenciales de tales esfuerzos, pronto comenzarían a cambiar la perspectiva de la agencia espacial, además, la comprensión de que, sin planes concretos en un futuro muy próximo gran parte de la fuerza laboral de Apollo estaría inactiva durante un período significativo de tiempo instó a la jerarquía de la NASA a considerar pasos inmediatos para proporcionar trabajo continuo para ellos, en consecuencia, en agosto de 1965, la NASA decide cambiar el estado del programa post-Apollo al de definición de proyecto, un mes después, la agencia cambiaría el nombre del proyecto a Programa de Aplicaciones Apollo (AAP).

Programa de Aplicaciones Apollo (AAP)

En 1965, la NASA potencia los estudios dedicados a la construcción de estaciones orbitales tripuladas y cambia la denominación de Apollo-X por Apollo Applications Program (AAP), con el objetivo de buscar proyectos espaciales que pudiesen usar el equipamiento del programa lunar Apollo en misiones en órbita terrestre (AAP debía ser el plan de reserva por si el programa Apollo era cancelado o no tenía éxito) desde el primer momento, un objetivo claro para estas misiones sería la de construir una estación espacial, Von Braun resucitó su viejo concepto Wet Workshop (Taller Húmedo) para el AAP, un cohete Saturn IB pondría en órbita la etapa superior S-IVB; una vez en el espacio, esta etapa se convertiría en la estación espacial OWS (Orbital Workshop) debido al trabajo de una tripulación que despegaría en un Módulo de Comando y Servicio (CSM) a bordo de un cohete Saturn IB.

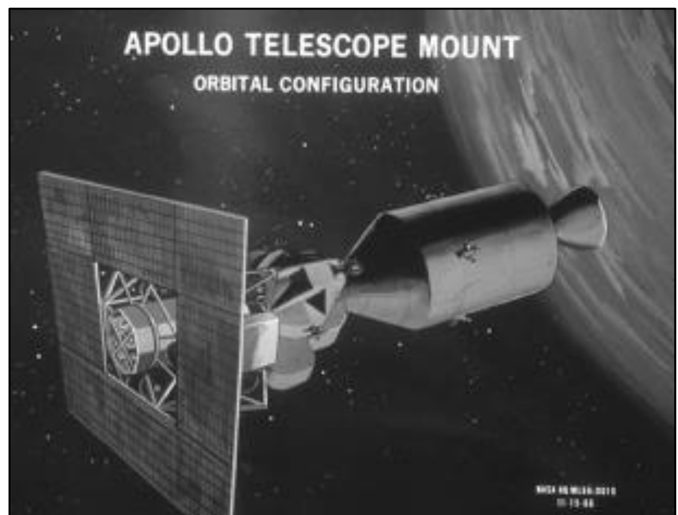
La OWS tendría hasta cinco puntos de atraque independientes, permitiendo el traslado de equipos y módulos especializados mediante naves adicionales, entre estos módulos destacaba el ATM (Apollo Telescope Mount), un telescopio multiuso propuesto en 1966 que usaría la estructura del módulo lunar de Grumman, estaba previsto que las estaciones tipo Wet Workshop fueran sustituidas por laboratorios secos (Dry Workshop) mas complejos lanzados a bordo de un cohete Saturn V, un año mas tarde comienza a considerarse el uso de la fase S-IV del cohete Saturn-I B como elemento adecuado para la construcción de un laboratorio orbital.

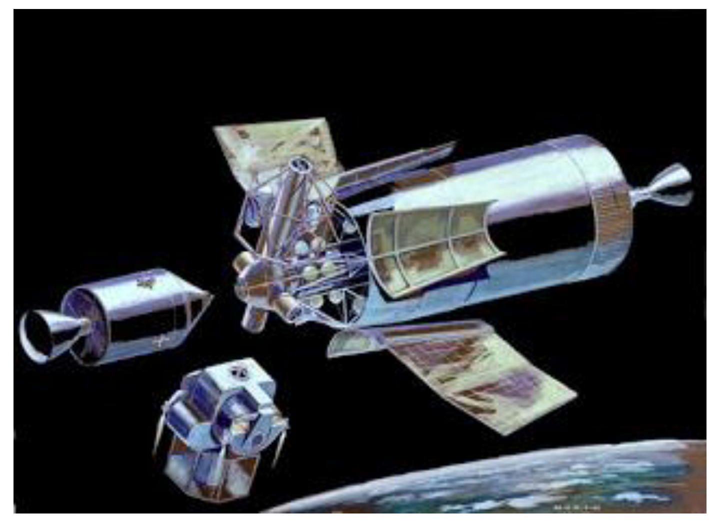


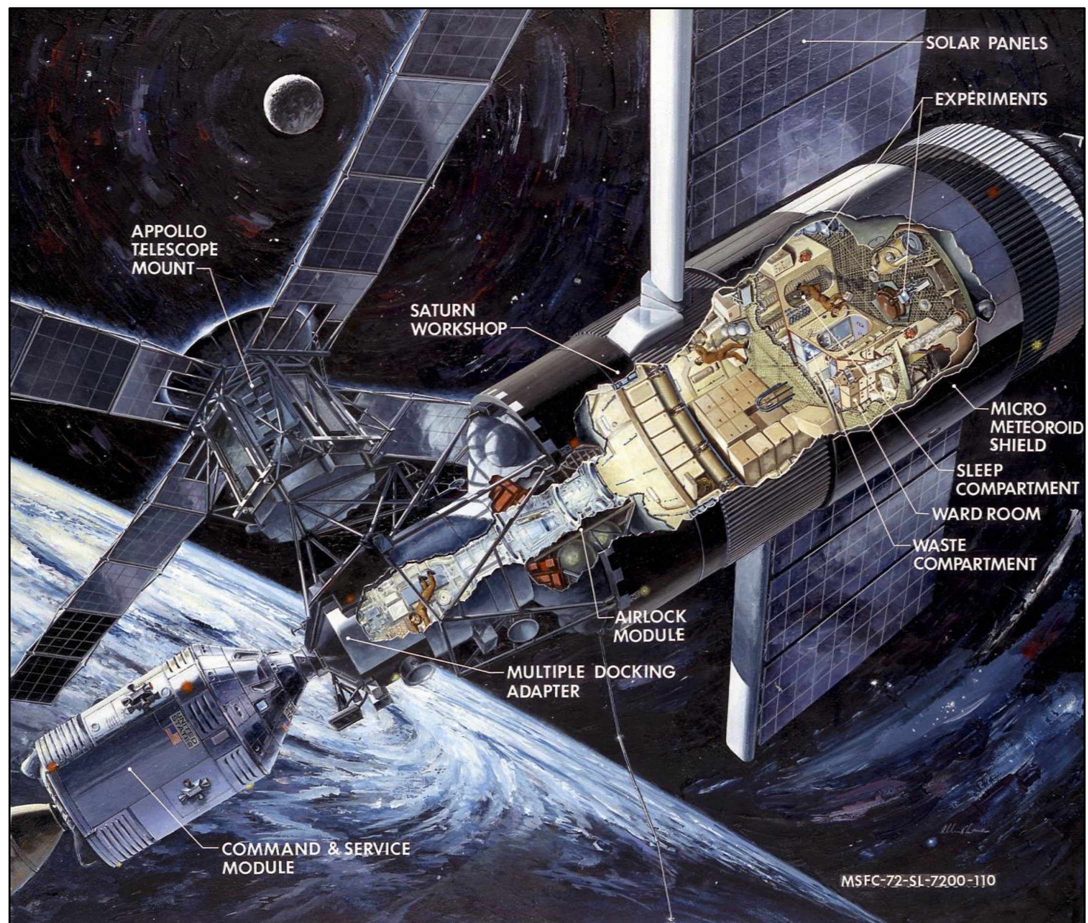
El tanque de Hidrógeno de dicha fase sería el lugar habitado por los astronautas, mientras que el tanque de Oxígeno, el motor y la tobera quedarían totalmente inaccesibles, en la otra parte del cilindro se colocarían los sistemas de acoplamiento, pronto se supo que la estructura no era la adecuada para realizar los experimentos propuestos, se buscaba un diseño capaz de tener por lo menos dos equipos de instrumentos, por una parte el Apollo Telescope Mount (ATM) donde se incluirían cuatro paneles solares y por la otra el Mapping and Survey System (M-SS), alojado en otro módulo lunar.

Los planes del AAP eran demasiado ambiciosos, la agencia planeaba lanzar tres estaciones OWS en modo Wet Workshop y otras tres en modo seco a bordo del cohete Saturn V, además de cuatro ATM de diferentes características; en 1966 estaba previsto que el primer OWS fuese lanzado mediante la misión SAA-210, seguida de una misión tripulada (SAA-211) que permanecería 56 días a bordo y supervisaría el acoplamiento del ATM SAA-212, previsiones que pronto tuvieron que ser revisadas por los costos.

En 1968 la NASA había reducido sus expectativas y solamente pensaba lanzar un Wet Workshop mediante un Saturn IB, otro Dry Workshop a bordo de un Saturn V y un ATM (poco después de decide lanzar el ATM conjuntamente con la estación) el primer OWS despegaría en 1970, ya que por entonces aún se pensaba alternar misiones lunares con las del AAP, lamentablemente los recortes seguirían adelante y a mediados de 1969 la NASA se ve obligada a reducir el programa a un único lanzamiento. Tanto von Braun como Robert Gilruth (director del programa tripulado de la NASA) votaron a favor de lanzar un Dry Workshop con un cohete Saturn- V y dejar de lado el Wet Workshop, era una decisión polémica, ya que este lanzador podría haberse usado para una misión lunar adicional, no obstante, las dificultades técnicas del Wet Workshop amenazaban con cancelar todo el programa, de ahí que la cúpula de la NASA opta en julio de 1969 por la solución más rápida y sencilla (ese mismo mes el Pentágono cancela su proyecto de la estación orbital MOL), por lo que Skylab se convierte en el único proyecto de estación espacial de Estados Unidos.









Laboratorio Orbital Skylab

En 1971 una nueva reducción presupuestaria hace que se cancelen los vuelos espaciales Apollo-18, Apollo-19 y la misión Apollo-17 adelantaría su lanzamiento a 1972, el Laboratorio Orbital Skylab quedaría para 1973.

El recorte del programa Apollo sería lamentado por los técnicos, pero sirvió para potenciar el proyecto Skylab, se disponía de dos cohetes Saturn V que podrían emplearse como lanzadores del laboratorio orbital, permitiendo, de esta forma, el empleo de todo el volumen interior de la etapa S-IVB como lugar de equipos y estancia para el trabajo; a finales de 1971 se define por completo la estructura del laboratorio y se establecen las líneas de investigación más favorables, la construcción no sufre contratiempos, desarrollándose como se había previsto.





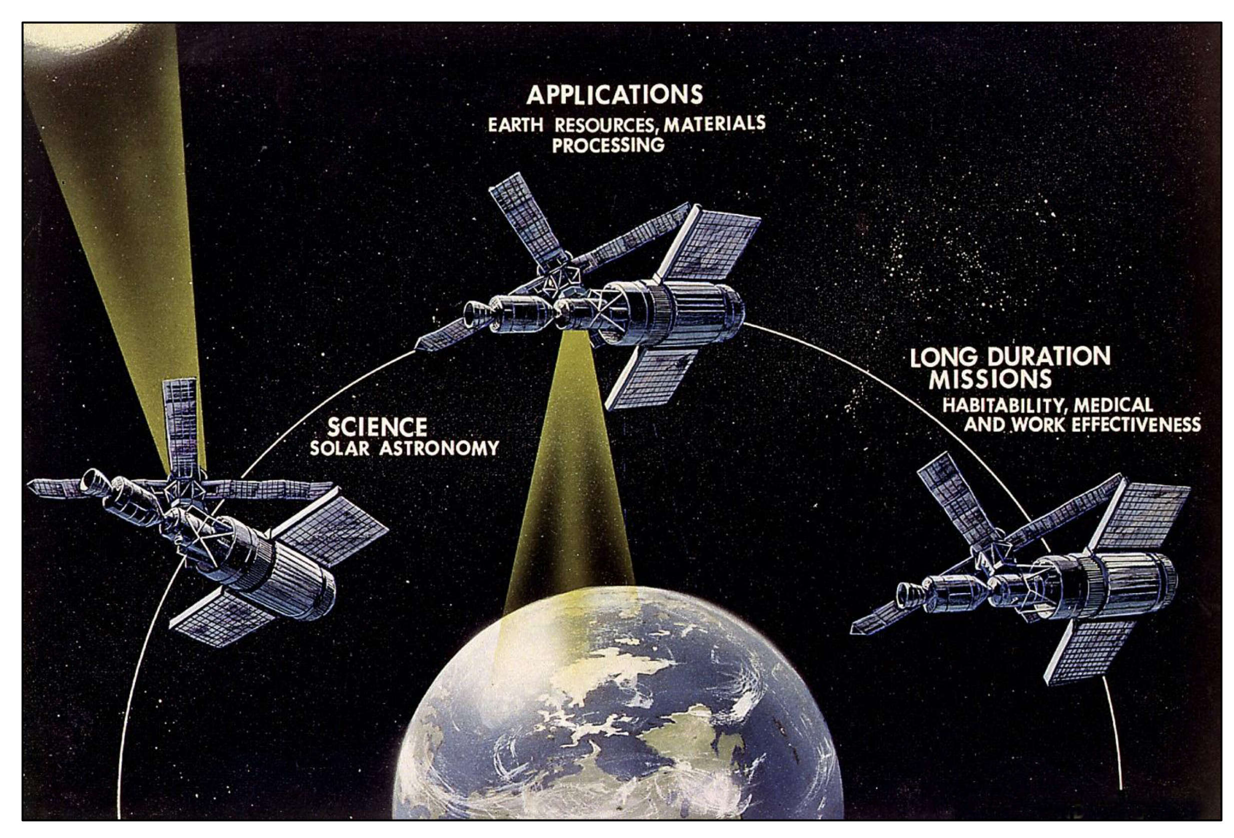
Los trabajos en el Skylab estaban divididos en varias áreas

Área Técnica Investigaría el comportamiento de los mecanismos espaciales en vuelos de larga duración.

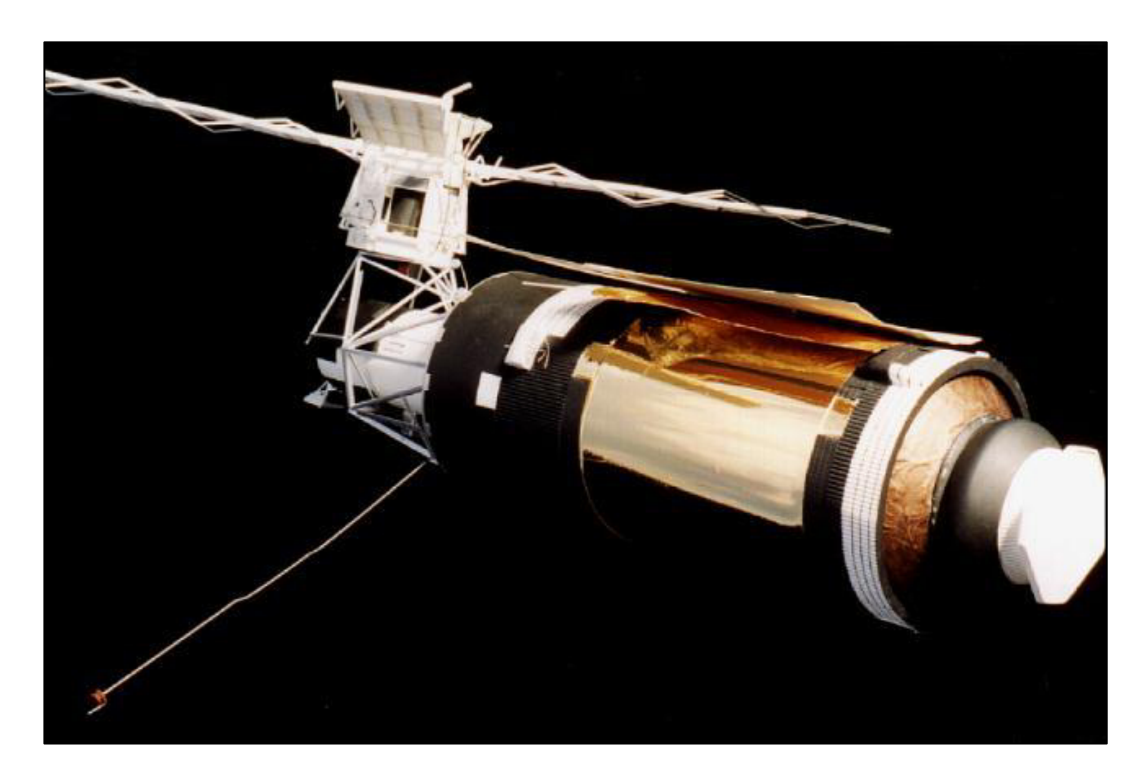
Área Astronómica Permitiría una muy buena observación de los objetos celestes fuera de la atmósfera, el Sol y el cometa Kohoutek serian los cuerpos celestes más estudiados.

Área Humana Permitiría estudiar la capacidad de adaptación del cuerpo humano a espacios cerrados, aislados y sin gravedad, en los aspectos psicológicos y fisiológicos y su capacidad para manejar y mantener sistemas de alta complejidad del laboratorio, contribuyeron enormemente al conocimiento que el hombre tiene de si mismo y del entorno que lo rodea.

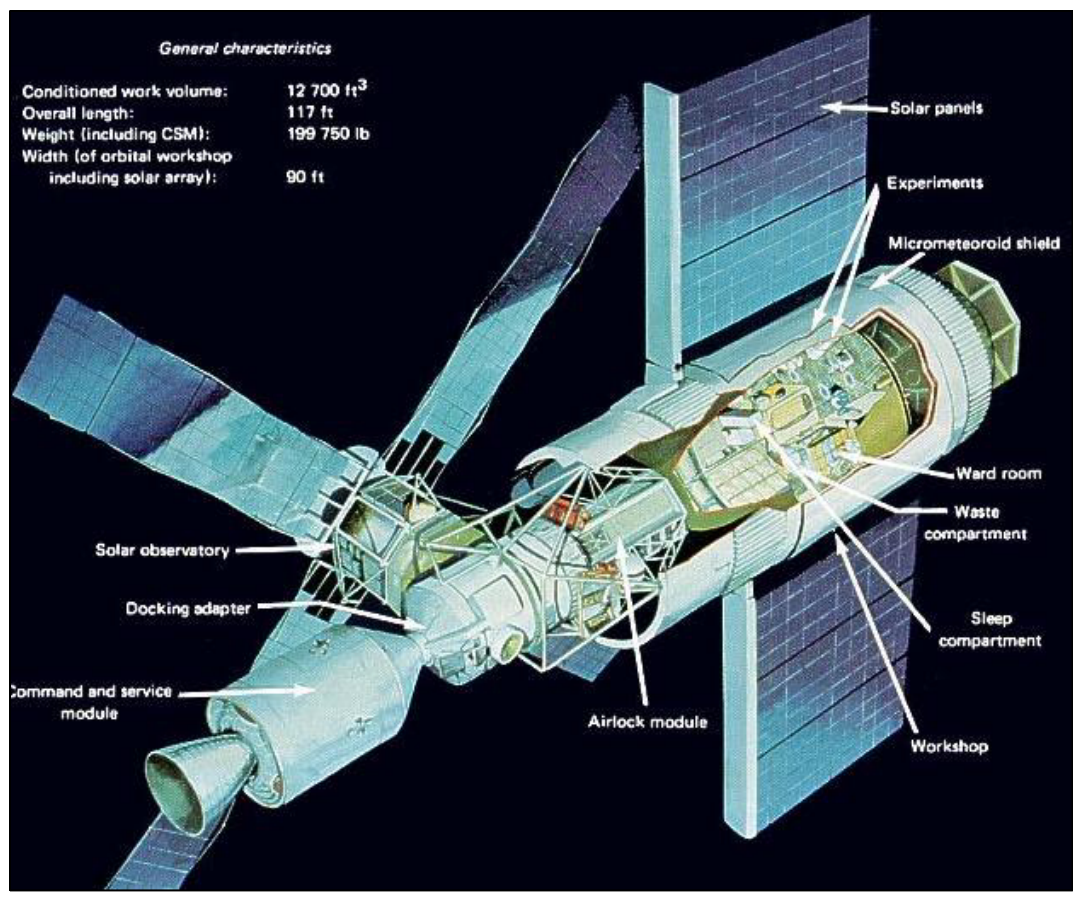
Área de Investigación Terrestre Destinada al estudio de recursos terrestres (minería, hidrocarburos, cultivos agrícolas, etc.) investigación meteorológica, previsión de catástrofes naturales (volcanes, inundaciones, plagas, etc.).


APPLICATIONS
EARTH RESOURCES, MATERIALS PROCESSING
SCIENCE
SOLAR ASTRONOMY
LONG DURATION MISSIONS
HABITABILITY, MEDICAL AND WORK EFFECTIVENESS

1 LAUNCH SL-1 FROM LC 39 PAD A
2 S-IC STAGE SEPARATION
3 BOOST TO 235 NAUT MILES, INSERTION INTO CIRCULAR ORBIT
4 SEPARATE S-II STAGE
5 ORIENT TO RETROGRADE LOCAL HORIZONTAL JETTISON PAYLOAD SHROUD
6 DEPLOY ATM
IENT TO SOLAR ERTIAL ATTITUDE
8 DEPLOY ATM SOLAR ARRAYS, ACTIVATE ATM POINTING CONTROL SYSTEM
9 DEPLOY WORKSHOP SOLAR ARRAYS
10 LAUNCH SL-2
10 LAUNCH SL-2 FROM LC 39 PAD B
11 S-IB STAGE SEPARATION
12 S-IVB BOOST TO 81 X 120 NAUT. MILE ORBIT
13 CSM/S-IVB SEPARATION
14 ORIENT TO Z-AXIS LOCAL VERTICAL ATTITUDE FOR CSM RENDEZVOUS
15 CSM RENDEZVOUS MANEUVERS TO 235 NAUT MILE ORBIT
(CONTROLLED REENTRY INTO PACIFIC OCEAN 6 HOURS AFTER LIFTOFF)
16 ORIENT TO SOLAR INERTIAL ATTITUDE, DOCK CSM, ACTIVATE WORKSHOP, CONDUCT EXPERIMENT
17 ORIENT TO Z-AXIS LOCAL VERTICAL ATTITUDE, CONDUCT EARTH RESOURCES EXPERIMENTS
18 ORIENT TO SOLAR INERTIAL ATTITUDE, COMPLETE 28 DAY MISSION
19 PREPARE WORKSHOP FOR STORAGE, CREW TRANSFER TO CSM
20 UNDOCK CSM
21 SKYLAB IN ORBITAL STORAGE FOR REVISIT
22 CSM DEORBIT
23 CM/SM SEPARATION
24 REENTRY
25 SPLASHDOWN PACIFIC OCEAN



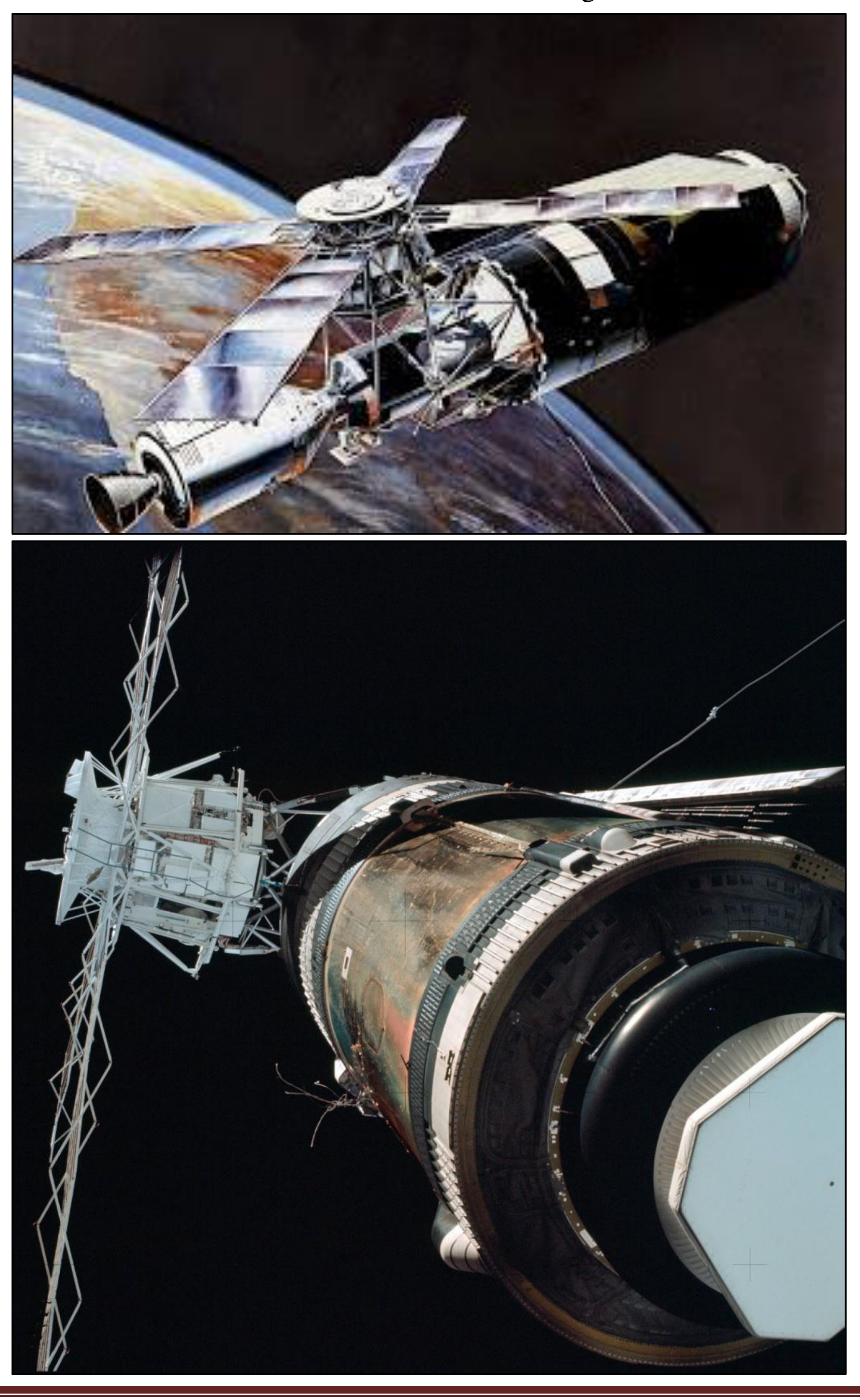
También sería estudiado el comportamiento en falta de gravedad de diversos animales, vegetales y pequeños ecosistemas y se analizarían los resultados obtenidos en la construcción de piezas, soldaduras en un medio ingrávido, producción de cristales, manipulación de metales y otros materiales, las áreas Técnica y Humana debían dar datos muy valiosos sobre proyectos de construcción de estaciones espaciales de enlace para la exploración del espacio en un futuro.



Descripción técnica

El Laboratorio Orbital Skylab estaba formada por cinco cuerpos diseñados, equipados y montados en base a una función especifica que debían desempeñar, estos cinco elementos eran los siguientes.

AM (Módulo Compuerta) Cilindro de tres diámetros, uno central de 1,7 m en cuya pared se colocó la escotilla para las salidas al espacio exterior y dos extremos, uno de 3 m que conectaba con el MDA y el otro de 6,7 m que unía a la unidad de instrumentos (IU) su longitud total era de 5,2 m y su peso era de 22,3 tn, desde el AM (que actuaba como centro de datos) se controlaba la potencia eléctrica, su distribución y los factores de medio ambiente y fiabilidad, su constructor fue la fabrica Mc Donnell Douglas.

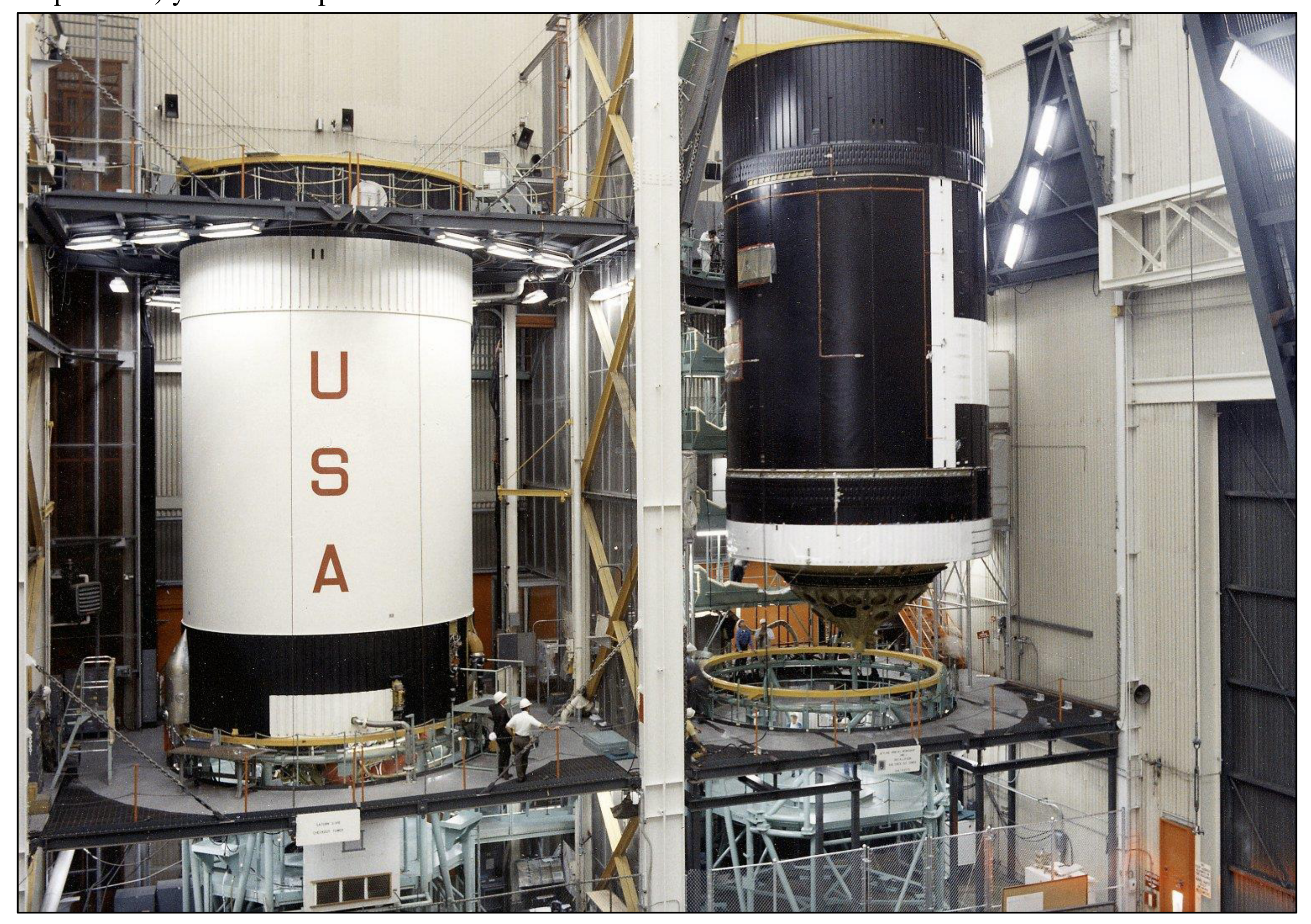


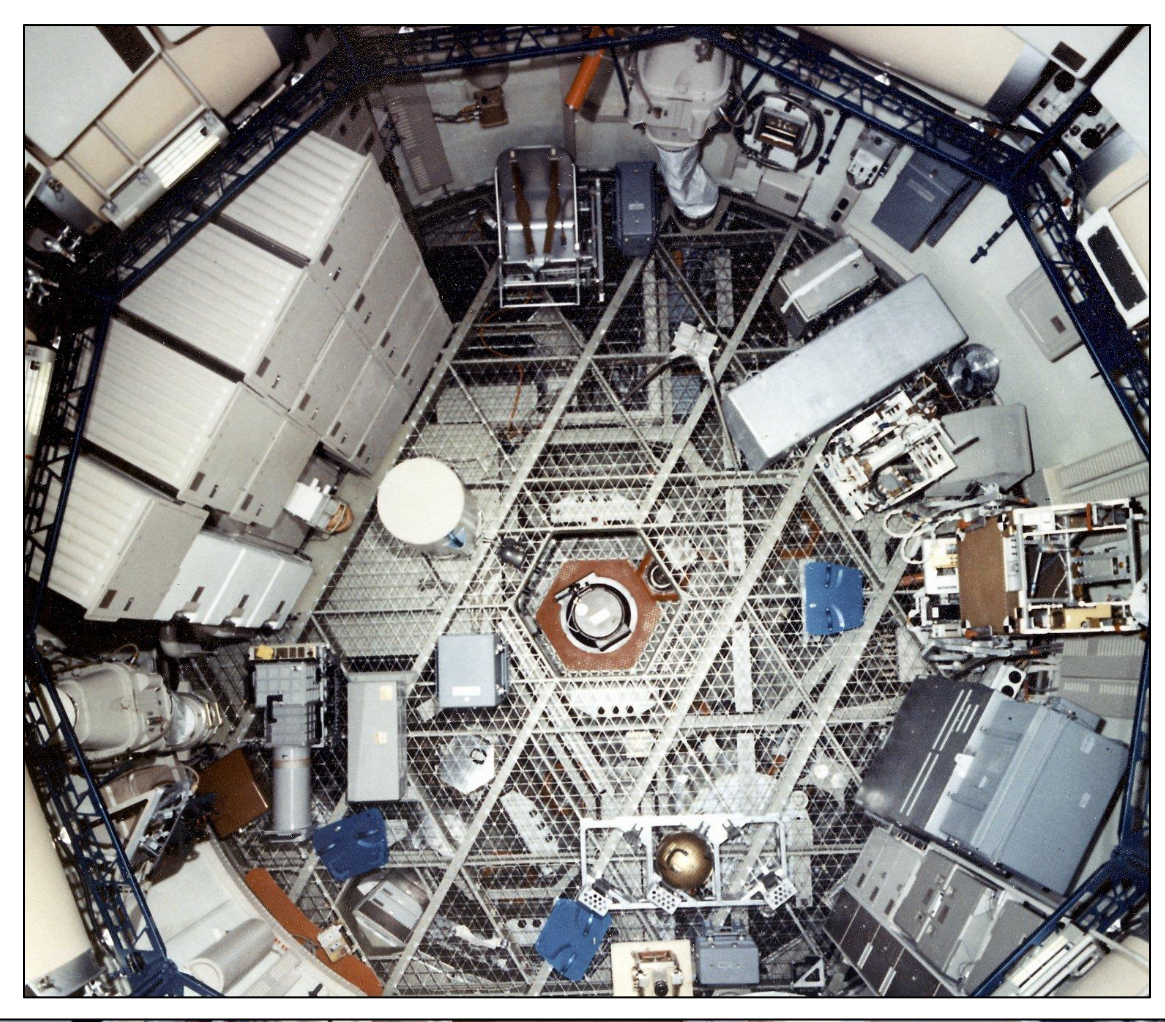
<u>MDA (Adaptador de Acople)</u> Formado por una estructura cilíndrica de 3 m de diámetro por 5,3 m de longitud y de unos aprox. 6 tn de peso, en uno de los extremos se encontraba uno de los mecanismos de acople con la cápsula Apollo, el segundo de estos dispositivos estaba sobre una pared lateral, para ser utilizado por si había un rescate de emergencia, por el otro extremo el MDA se ensamblaba con el AM mediante un anillo, también el MDA fue utilizado (por su gran volumen) para el almacenamiento de distintos materiales, proceso y control de los experimentos y a observaciones destinadas a las investigaciones de la Tierra, su constructor fue la fabrica Martin Marietta.

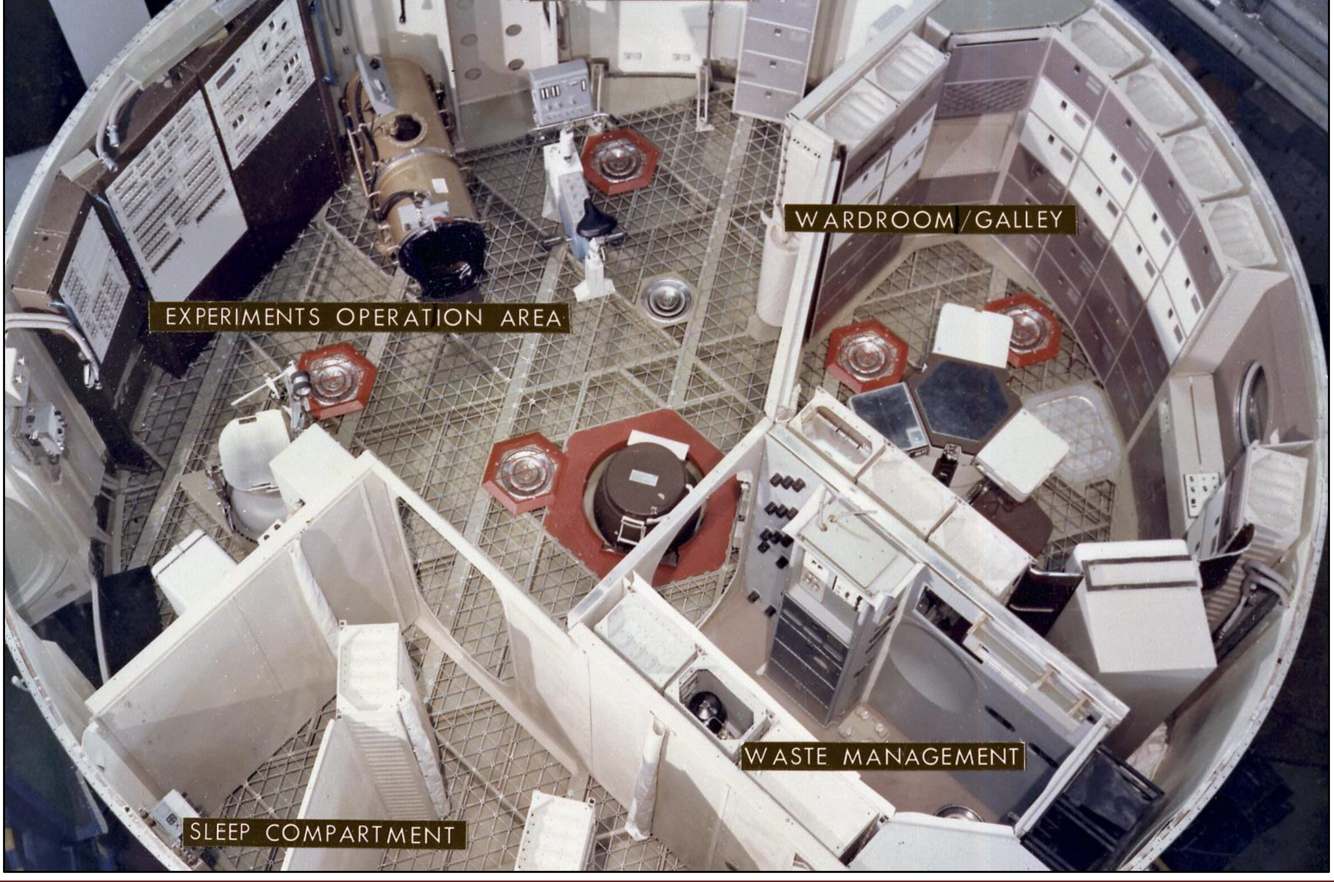


IU (Unidad de Instrumentos) Anillo circular de 6,7 m de diámetro, 0,9 m de longitud y 2 tn de peso, su misión era controlar las evoluciones del cohete, orientar al laboratorio durante las primeras horas de vuelo y activar todos sus dispositivos, estaba emplazado entre el AM y el OWS, fue construido por la fábrica I.B.M.

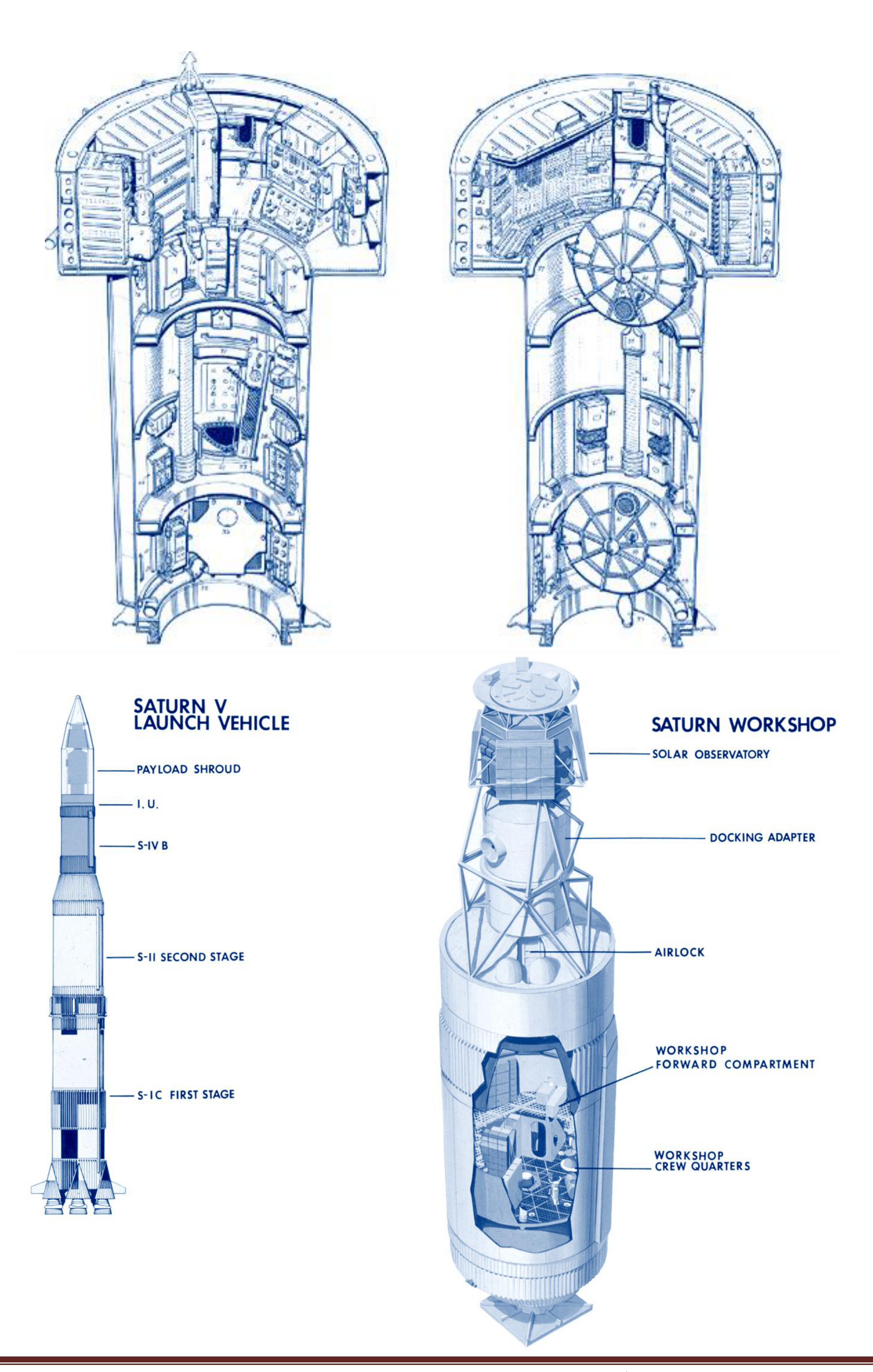
OWS (Sala Taller) Se remodeló y acondicionó el interior de una fase S-IV-B del cohete Saturno I-B para ser utilizado como habitáculo principal, en el se realizaron la mayor parte de las investigaciones científicas y técnicas previstas en las tres misiones, tenía instrumentos necesarios para la higiene, ejercicio físico y descanso, dividido en dos pisos, separados por un suelo de rejilla, el patrón triangular del suelo permitía además que los astronautas se fijasen a las superficies gracias a unas placas especiales que llevaban en la suela de sus zapatos, los tres dormitorios (las camas estaban situadas en vertical), el baño, gimnasio y una ducha, estarían situados en el piso inferior, (el baño incluía un innovador sistema de secado de heces mediante exposición al vacío para reducir el tamaño de los residuos), la parte superior del OWS poseía un gran volumen vacío, los diseñadores del Laboratorio Skylab temían que los astronautas pudiesen quedarse flotando en medio de este volumen sin poder alcanzar una superficie, motivo por el cual introdujeron una columna metálica como guía en el centro del OWS, luego se vería innecesaria y la primera tripulación la retiraría para disfrutar de la ingravidez sin obstáculos, la parte inferior del complejo estaba dominada por el compartimento para guardar la basura, y un enorme volumen expuesto al vacío correspondiente al tanque de Hidrógeno líquido; durante las misiones, la nave Apollo CSM sería parte del complejo y los astronautas la usarían para comunicarse con sus familiares; el Laboratorio emplearía, al igual que el CSM, una atmósfera de Oxígeno puro a baja presión, el OWS sería el almacén general de provisiones, instrumentos y otros materiales, fue construido por Mc Donnell Douglas y tenía un diámetro de 6,7 m; longitud de 14,7 m; 32,5 tn de peso, y un volumen libre de 300 m^2, en su exterior se dispusieron los motores de posición, dos paneles solares (uno se soltó de la estructura sin posibilidad de recuperación) y un escudo protector.

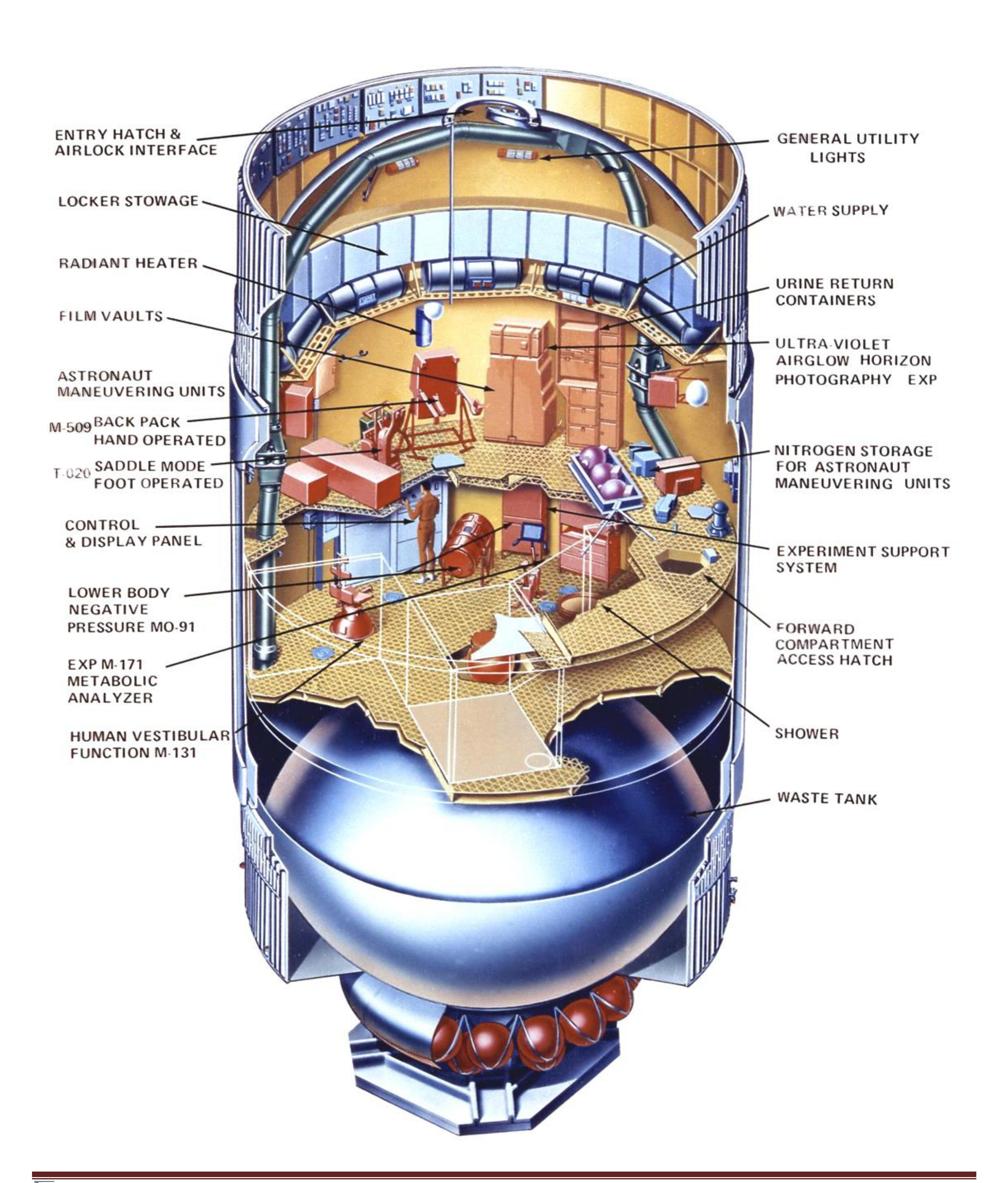


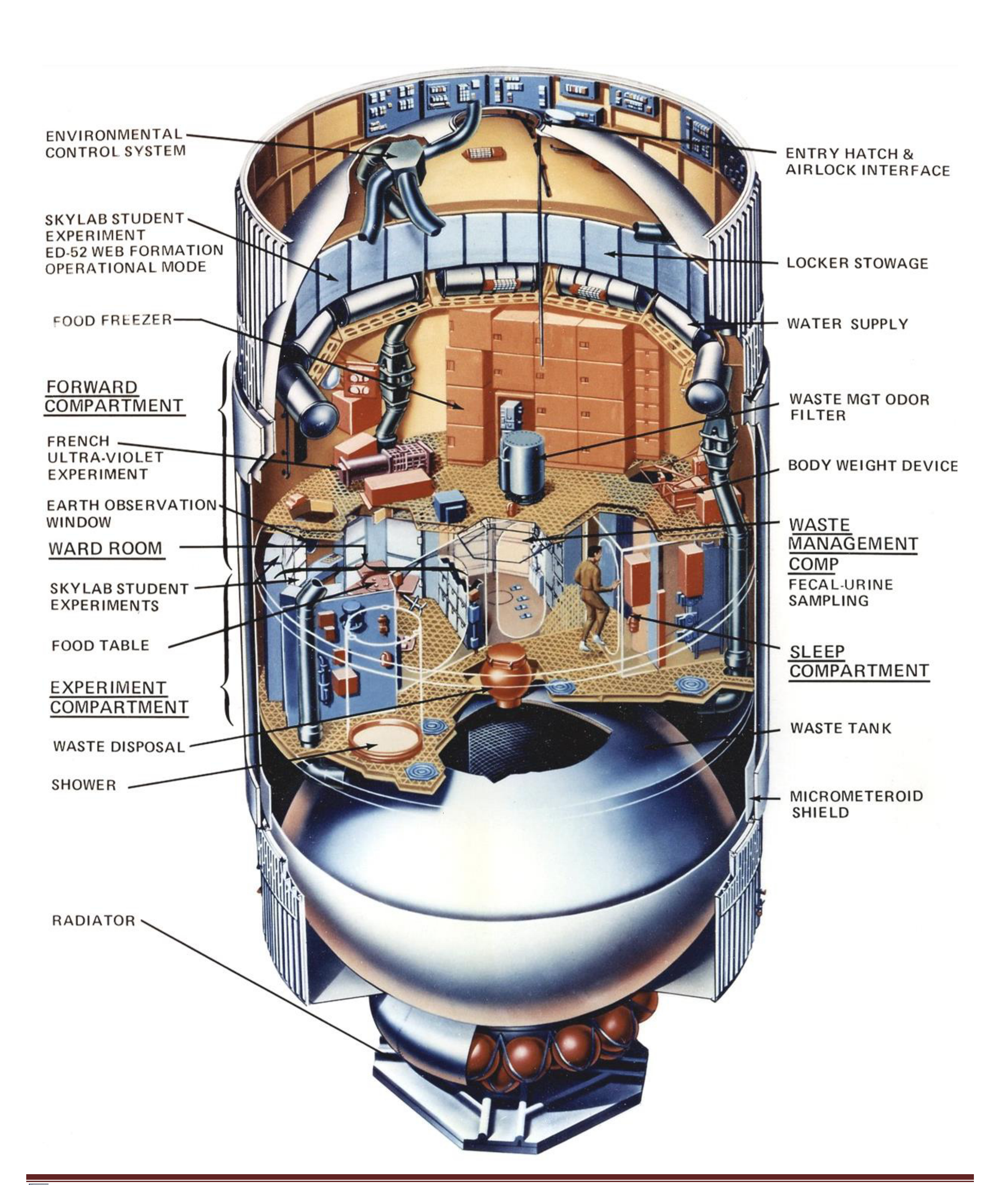



WARDROOM/GALLEY
EXPERIMENTS OPERATION AREA
WASTE MANAGEMENT
SLEEP COMPARTMENT

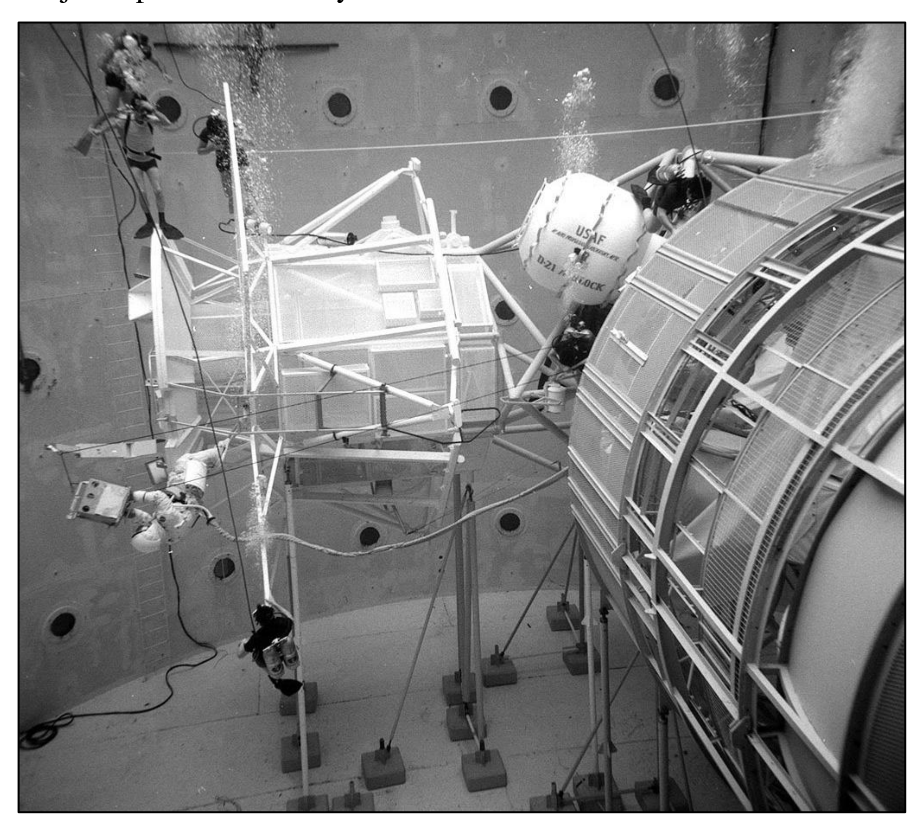

SKYLAB WORKSHOP
CREW QUARTERS


SATURN V
LAUNCH VEHICLE
PAYLOAD SHROUD
I. U.
S-IV B
S-II SECOND STAGE
S-IC FIRST STAGE
SATURN WORKSHOP
SOLAR OBSERVATORY
DOCKING ADAPTER
AIRLOCK
WORKSHOP
FORWARD COMPARTMENT
WORKSHOP
CREW QUARTERS


ENTRY HATCH & AIRLOCK INTERFACE
LOCKER STOWAGE
RADIANT HEATER
FILM VAULTS
ASTRONAUT MANEUVERING UNITS
M-509 BACK PACK HAND OPERATED
T-020 SADDLE MODE FOOT OPERATED
CONTROL & DISPLAY PANEL
LOWER BODY NEGATIVE PRESSURE MO-91
EXP M-171 METABOLIC ANALYZER
HUMAN VESTIBULAR FUNCTION M-131
GENERAL UTILITY LIGHTS
WATER SUPPLY
URINE RETURN CONTAINERS
ULTRA-VIOLET AIRGLOW HORIZON PHOTOGRAPHY EXP
NITROGEN STORAGE FOR ASTRONAUT MANEUVERING UNITS
EXPERIMENT SUPPORT SYSTEM
FORWARD COMPARTMENT ACCESS HATCH
SHOWER
WASTE TANK


ENVIRONMENTAL CONTROL SYSTEM
SKYLAB STUDENT EXPERIMENT ED-52 WEB FORMATION OPERATIONAL MODE
FOOD FREEZER
FORWARD COMPARTMENT
FRENCH ULTRA-VIOLET EXPERIMENT
EARTH OBSERVATION WINDOW
WARD ROOM
SKYLAB STUDENT EXPERIMENTS
FOOD TABLE
EXPERIMENT COMPARTMENT
WASTE DISPOSAL
SHOWER
RADIATOR
ENTRY HATCH & AIRLOCK INTERFACE
LOCKER STOWAGE
WATER SUPPLY
WASTE MGT ODOR FILTER
BODY WEIGHT DEVICE
WASTE MANAGEMENT COMP
FECAL-URINE SAMPLING
SLEEP COMPARTMENT
WASTE TANK
MICROMETEROID SHIELD

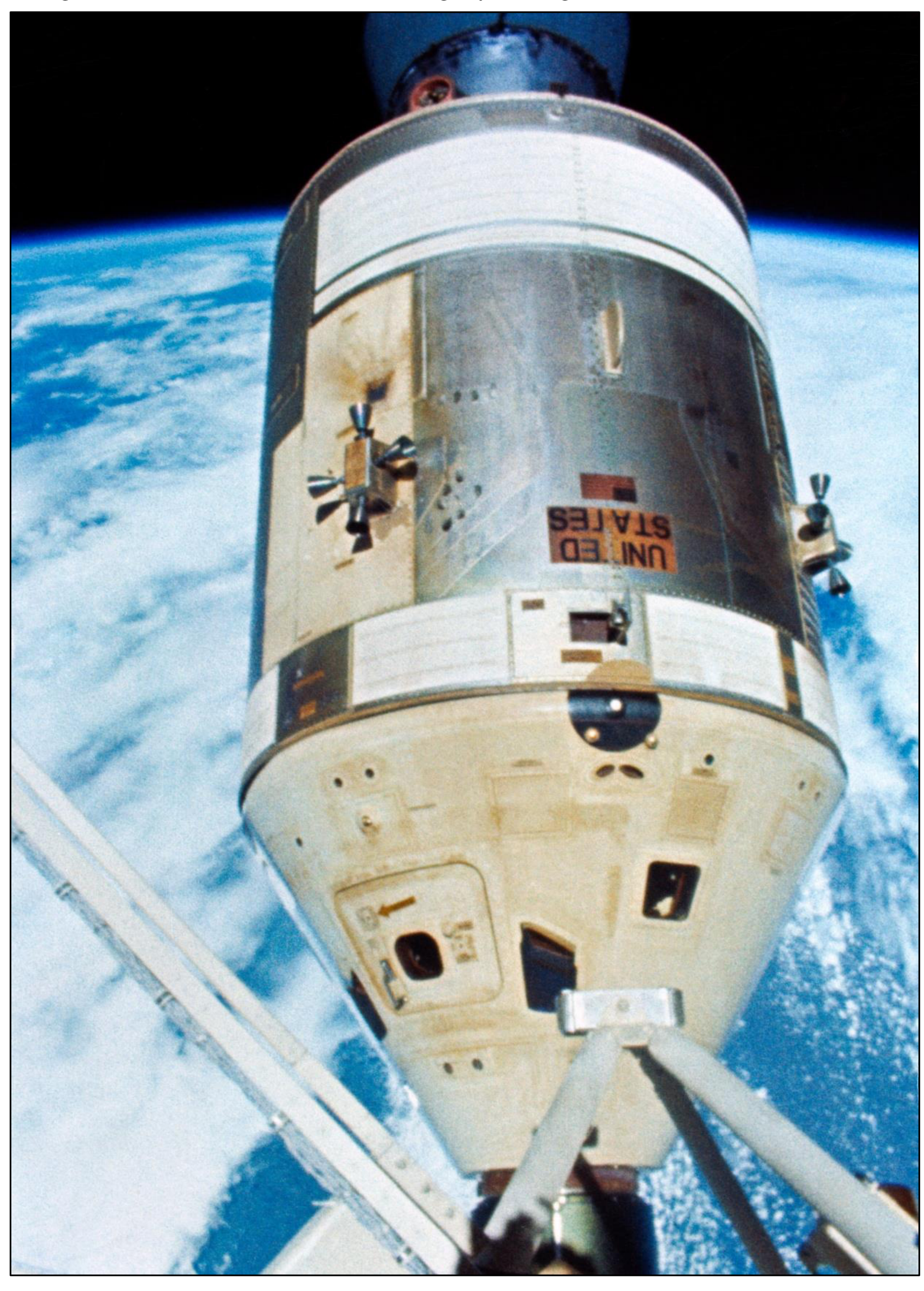
ATM (Montaje Telescopio Apollo) Estructura poligonal con 4,3 m de longitud y 11 tn de peso, estaba emplazada entre el MDA y sujeta al resto del laboratorio por una red mecánica articulable formada por varios brazos metálicos, disponía de los equipos necesarios para la observación astronómica y un sistema de control que actuaba directamente sobre los motores ubicados en el OWS, cuatro grupos de paneles solares adosados de forma alternada en la parte superior de la estructura, generaban energía eléctrica equivalente a 10,5 Kw, los cinco cuerpos y los paneles solares fueron enviados en un solo vuelo al espacio dentro de un cohete Saturn V, al lanzamiento todo el conjunto pesaba 3000 tn y media 102 m de altura.





Módulo de Comando y Servicio Apollo (CSM)

El acceso al laboratorio se efectuaba utilizando naves Apollo, cada nave compuesta por un Módulo de Comando y por el Módulo de Servicio permanecería acoplada al laboratorio durante todo el período de trabajo de su tripulación, la estructura básica de las naves utilizadas en los viajes lunares fueron modificadas con el objeto de adaptarlas a una misión diferente a todas las anteriores, por un lado el incremento de tiempo de permanencia y por el otro la utilización de las naves para el acceso y salida de las tripulaciones, después del acoplamiento, el SM era parcialmente desactivado hasta que se iniciaba la operación de regreso, con este método se consiguió minimizar el consumo de energía y el desgaste de los instrumentos.



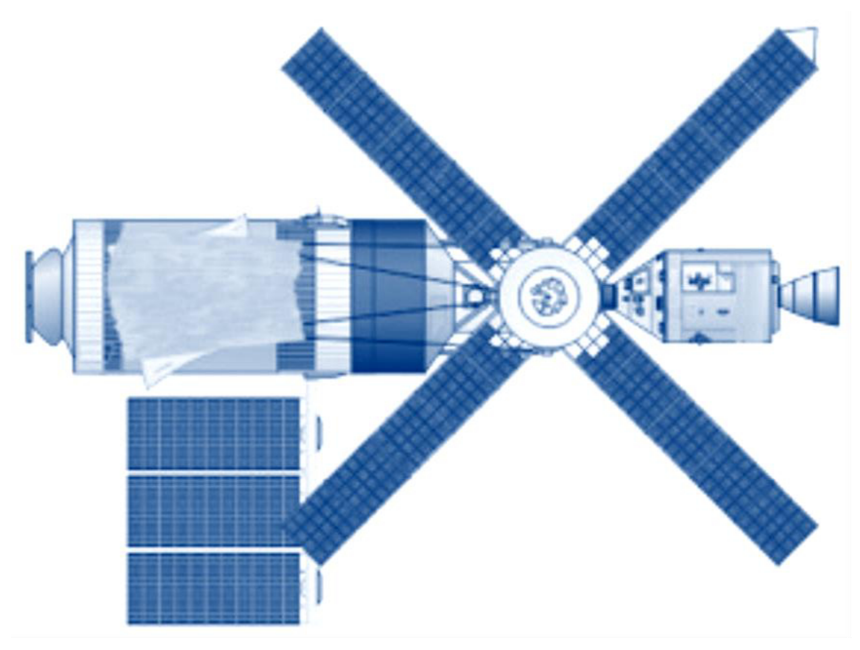
Sistema de Control y Actitud (APCS)

La misión original para la que se diseñó el Laboratorio Skylab era la de apuntar al Sol y recopilar información científica, además, los requisitos de la misión requerían apuntar a varios objetivos estelares y al nadir para los experimentos de recursos de la Tierra; muchos de los instrumentos experimentales tenían su propio aparato de control y detección de actitud fina que fue diseñado para satisfacer las necesidades del experimento, el sistema de control de orientación utilizaba sensores solares precisos redundantes y cuatro giroscopios de integración de velocidad para detectar y actualizar la actitud del experimento, estos se acoplaron a través de una computadora analógica para controlar actuadores que consistían en un controlador de apuntado manual, actuadores de pivote flexibles de cabeceo/guiñada, y un mecanismo de posicionamiento de balanceo para corregir el apuntamiento del experimento, estos actuadores proporcionaron 120° de movimiento de balanceo y 2° de movimiento en los ejes de cabeceo/guiñada, el sistema proporcionó una estabilidad de hasta 1 segundo de arco de deriva en 15 min; también llevaba un buscador solar montado en el ATM, diseñado para permanecer apuntando hacia el centro del Sol, dando al Laboratorio Skylab un vector de referencia hacia el Sol, había un rastreador de estrellas para detectar la actitud y se utilizaron giroscopios de velocidad convencional (montados en ATM) para medir los momentos alrededor del eje principal del Skylab.

En general, el APCS (Subsistema de Control de Señalización y Actitud) constaba de los tres sistemas básicos: el CMG, el TACS y el EPS, los primeros dos sistemas servían para controlar al Laboratorio Skylab ya sea por separado o juntos en una configuración anidada; el EPS operaba independientemente de los sistemas CMG y TACS, llevaba sus propios sensores solares y giroscopios para control de posición y velocidad, las señales de control se generaban en el EPEA (Experiment Pointing Electronic Assembly), un dispositivo analógico.

El Sistema de Control de Actitud de Propulsores (TACS) constaba de 6 toberas de expulsión de Nitrógeno montadas en la popa del Workshop dispuestas en dos grupos de 3 motores en lados opuestos, el TACS se usó para controlar al Laboratorio Skylab durante las primeras 10 hrs de cada misión, acoplarse con el Módulo de Comando y Servicio y como sistema de respaldo, se lo utilizó como un sistema de control secundario para ahorrar combustible.

El Sistema de Señalización de Experimentos (EPS) era un sistema de dos ejes que se utilizaba como un sistema de puntería fina para dirigir el paquete de experimentos en el ATM; el requisito principal para el EPS era el de proporcionar aislamiento del paquete experimental de las perturbaciones relativamente grandes de la nave que podían resultar debido a los efectos del movimiento de los astronautas.



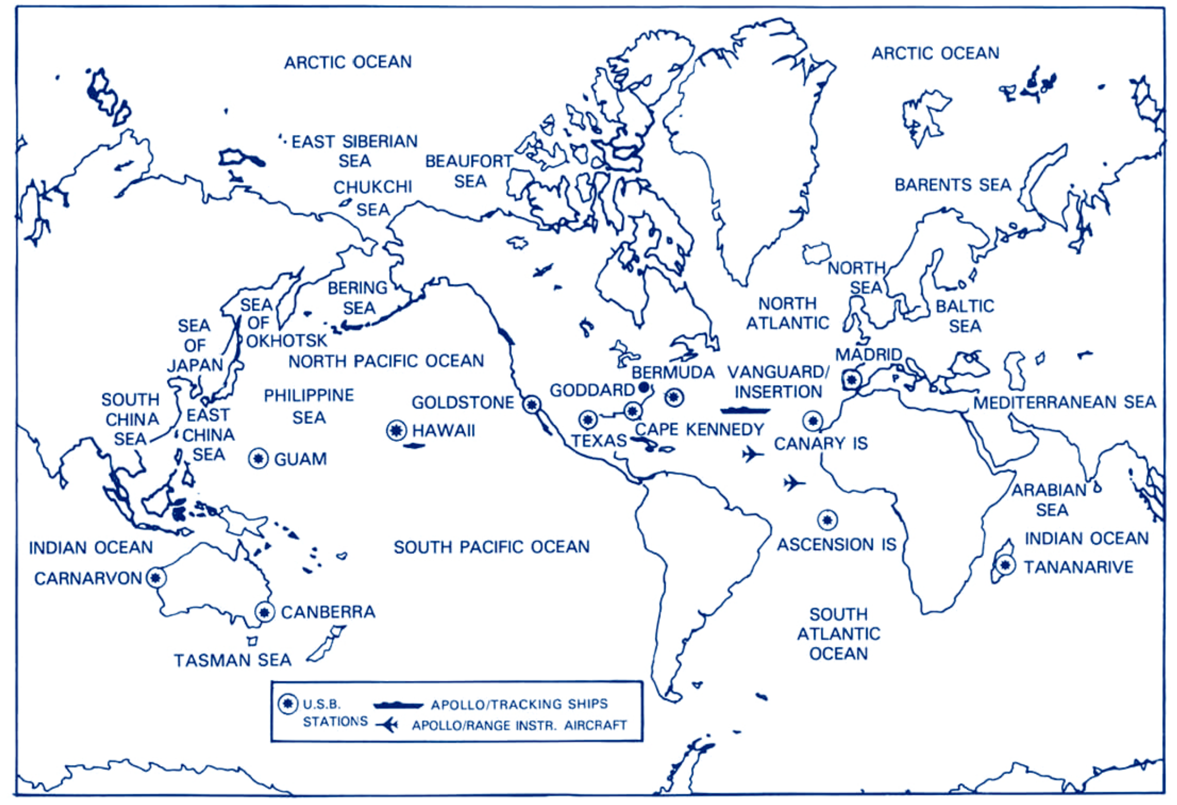
Comunicaciones

Las comunicaciones para las misiones Skylab se manejaron a través de la Red de Datos y Seguimiento de Naves Espaciales (STDN) que constaba de 13 sitios alrededor del mundo, la telemetría en tiempo real se limitó a aproximadamente el 32 % del tiempo total con un tiempo de contacto promedio de 6,5 min. por sitio.

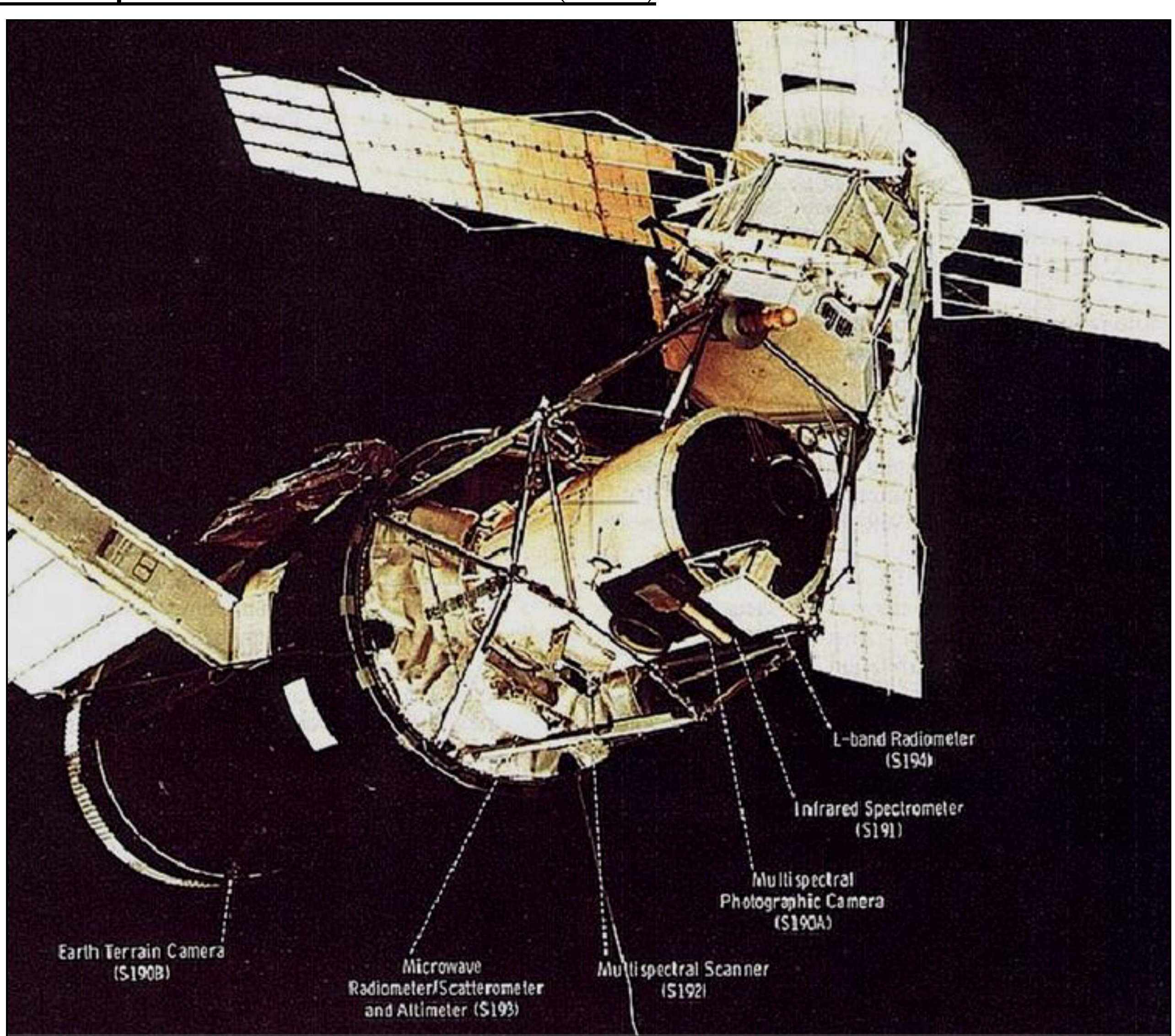
El hardware de comunicaciones se centró en tres sistemas para proporcionar redundancia en caso de falla, un sistema estaba en el Módulo de Comando y Servicio (CSM) que llevó a los astronautas al Laboratorio Orbital Skylab, estaba compuesto por un transpondedor de Banda S unificado con un sistema de modulación de código de pulso (PCM), las comunicaciones de voz con la Tierra se realizaron a través del sistema de comunicaciones del CSM, la transmisión de TV de las cámaras del ATM y las cámaras portátiles también se enrutaron a través de la Banda S; para el encuentro con el Laboratorio Orbital Skylab, se utilizó un sistema VHF para transmitir una señal modulada por tonos, donde un transpondedor correspondiente recibiría y luego retransmitiría la señal al CSM, luego se mediría la diferencia de fase para calcular la distancia relativa y la tasa de cierre entre el Laboratorio Orbital Skylab y el Módulo de Comando y Servicio.

Otro sistema de comunicaciones en el ATM y consistía en un transmisor VHF y un receptor/decodificador de comando UHF, d e nuevo, se utilizó un sistema PCM.; a través de este sistema se realizaba el almacenamiento de datos y posterior volcado, así como el control total del ATM por parte de la tripulación; el tercer sistema de comunicaciones estaba ubicado en el AM, y constaba de un transmisor VHF y un receptor de comando digital UHF con un PCM; entre las innovaciones del Laboratorio Orbital Skylab estaba el uso de una teleimpresora para comunicarse con la tripulación.

La generación de energía era realizada por dos subsistemas independientes, uno basado en el ATM y otro en el OWS, los paneles solares de cada subsistema tenían un área de aproximadamente 110 m^2 y producían alrededor de 12 kW, los sistemas de acondicionamiento y batería redujeron la salida a unos 4 kW cada uno; los dos sistemas de energía se interconectaban en paralelo para permitir la máxima utilización de la energía disponible; las demandas totales del sistema oscilaron entre 3,2 kW durante los períodos sin tripulación y un promedio de 5,8 kW durante la ocupación.



Paquete de Experimentos de Recursos Terrestres (EREP)



El objetivo general del EREP fue probar el uso de sensores que operaran en las porciones visible, IR y de microondas del espectro electromagnético para monitorear y estudiar los recursos de la Tierra, otro objetivo del EREP era determinar qué tipo y cuántos datos fotográficos (película analógica) se podían adquirir de la amplia variedad de características de la Tierra observadas en la trayectoria terrestre de la misión; el paquete de experimentos fue concebido y operado como una instalación, con datos de todos los sensores disponibles; el laboratorio Skylab fue único en el sentido de que la presencia del hombre hizo posible el uso de películas fotográficas como principal medio de detección y grabación para una variedad de instrumentos y experimentos ópticos; se utilizó una gran cantidad de rollos de película para respaldar más de 30 experimentos y fotografías operativas del equipo, la aplicación multidisciplinaria de películas fotográficas proporcionó información sobre el uso y almacenamiento de películas en el espacio.

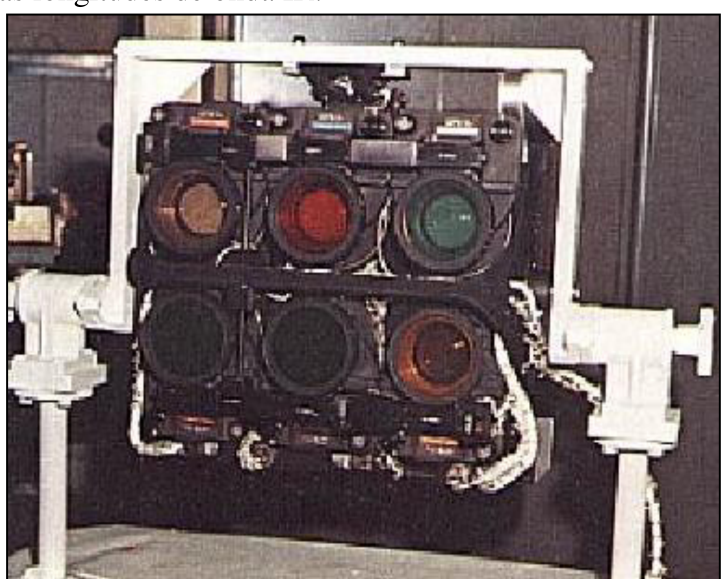
Cámara Terrestre (S-190B)

Su objetivo era el de obtener datos de alta resolución de áreas pequeñas para ayudar a la interpretación de los datos recopilados por los sensores remotos del EREP, la cámara S-190B utilizaba una sola lente de distancia focal de 45 cm con película de 12 cm, su campo de visión de 14,2º proporcionaba una cobertura de superficie de unos 109 x 109 Km; esta cámara fue diseñada para usar película en color de alta resolución y se operó desde la ventana del OWS, produciendo fotos con una resolución terrestre de 17 a 30 m.

Sistema de cámara fotográfica multiespectral (S-190A)

Este experimento consistía en 6 cámaras de 70 mm de alta precisión, el conjunto de cámaras de longitud focal y distorsión emparejadas contenía compensación de movimiento hacia adelante para corregir el movimiento; los objetivos f/2,8, con una distancia focal de 15,2 cm, tenían un FOV de 21,1º proporcionaban una cobertura de superficie de unos 163 x 163 Km; las regiones espectrales designadas se seleccionaron para separar el espectro IR, visible y fotográfico en Bandas que se esperaba fueran más útiles para el análisis multiespectral de las características de la superficie terrestre.

Se realizaron refinamientos espectrales adicionales mediante el uso de diferentes combinaciones de filtros, el sistema de cámaras proporcionaba fotos con una resolución terrestre de 30 a 46 m en las longitudes de onda visibles y de 73 a 79 m en las longitudes de onda IR.



Espectrómetro de IR visible (S-191)

El objetivo del sistema de cámara S-191 es hacer una evaluación de la aplicabilidad y utilidad de la detección de recursos terrestres desde altitudes orbitales en las regiones espectrales del visible hasta el IR cercano y el IR lejano, el experimento S-191 fue básicamente un espectrorradiómetro visible e IR de dos canales (dispositivo de punta manual), que consistía en el módulo electrónico, el módulo del espectrómetro y el módulo de calibración.

Escáner Multiespectral (S-192)

Instrumento optomecánico de 13 Bandas con el objetivo de evaluar la viabilidad de las técnicas multi espectrales, para la teledetección de los recursos de la Tierra desde el espacio, específicamente, se hicieron intentos de identificación de firmas espectrales y mapeo de objetivos reales en tierra en agricultura, silvicultura, geología, hidrología y oceanografía; el instrumento utilizaba un telescopio reflector de 30 cm con un espejo giratorio en el plano de la imagen

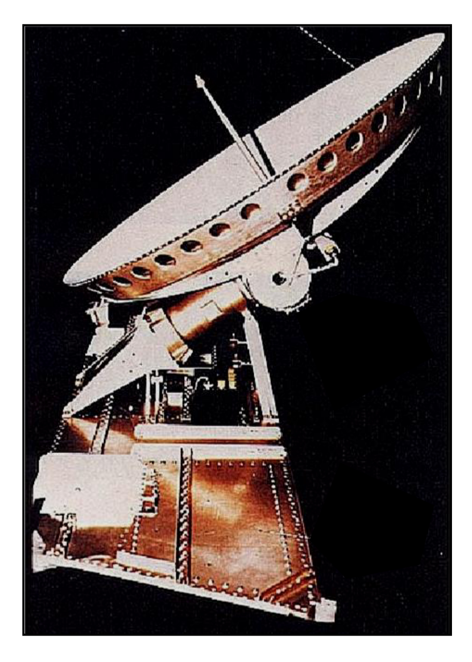
El patrón de escaneo cónico se formaba dando al escáner una inclinación hacia adelante de 9º desde el nadir, el escaneo se realizaba mediante un pequeño espejo plegado plano que giraba sobre un brazo para escanear una zona circular de la imagen en el primer plano focal del telescopio (espejo esférico primario de 51 cm de diámetro), cada detector proporcionaba una cobertura terrestre instantánea de un área de 79 m^2, aunque el conjunto de escaneo giraba 360º, solo se usaron los 110º hacia adelante para obtener datos de superficie con los datos de calibración tomados en el resto del escaneo; el ángulo de barrido correspondiente visto desde el sensor fue de 10,4º proporcionando un ancho de franja de 72,4 Km.

Radiómetro/Dispersómetro Activo y Altímetro de Radar (S-193)

La porción de Radiómetro/Dispersómetro del instrumento también se denominó RADSCAT, sus objetivos eran las mediciones simultáneas de la retrodispersión de radar y la temperatura de brillo radiométrico en varios modos de exploración, principalmente con el fin de estudiar los vientos superficiales y las precipitaciones sobre los océanos, y proporcionar datos de ingeniería para su uso en el diseño de altímetros de radar espacial.

El diseño del instrumento representó una primera implementación de un sensor de microondas pasivo/activo combinado, los tres componentes del instrumento funcionaban a la misma frecuencia de 13,9 GHz (Banda Ku) y compartían una antena cardán común (montada en el exterior del MDA) y un sistema de exploración; en la frecuencia intermedia, la señal recibida podía ir a una de tres secciones: Banda ancha para el radiómetro, Banda algo más angosta para el altímetro y Banda angosta para el dispersómetro; tenía una resolución espacial de 16 Km; la antena parabólica de barrido mecánico era un reflector de 1,15 m de diámetro) con doble polarización y un ancho de barrido de 180 Km), la antena estaba cardanizada, lo que permitía la exploración a lo largo y de manera transversal (utilizando un ancho de pulso de 0,1 µs, este sistema pudo obtener una resolución de 15 m) operó solo en segmentos orbitales cortos, pero pudo demostrar la medición de características del geoide marino, como las principales fosas oceánicas.

El dispersómetro era un sistema de radar de pulso comprimido para medir las variaciones promedio de elevación de la superficie del océano con una resolución de aproximadamente 0,9 m; midió el coeficiente de retrodispersión del océano y el terreno en función del ángulo de incidencia de 0 a 48º, la cobertura terrestre del era de 48º hacia adelante y 48º a cada lado de la trayectoria terrestre de la nave espacial; el escaneo fue posible en varios modos; para mediciones precisas, el haz se escaneó en la dirección a lo largo de la trayectoria a ángulos fijos desde la vertical de 0º; 15,6º; 29,4º; 40,1º y 48º, con suficiente tiempo de permanencia en cada ángulo para permitir un promedio suficiente para lograr más de 5 % de precisión (este fue el modo principal utilizado sobre el océano)



Los datos del dispersómetro mostraron que los valores de 14,6 GHz sobre la Tierra eran sensibles a la cubierta vegetal, aguas superficiales, humedad del suelo y la fisiografía, todos los datos eran registrados en cinta magnética en un canal digitalizado, los datos del radiómetro/dispersómetro se registraron a 5,33 Kb/s, y los datos del altímetro a 10 Kb/s; fue el primer dispersómetro de radar occidental con vista a la Tierra llevado al espacio, sentando las bases para los sistemas que siguieron; el instrumento recopiló mucha información de retrodispersión sobre los océanos (y la Tierra), cuando se compararon con los datos del viento oceánico, estos resultados mostraron claramente la capacidad de medir los vientos en la superficie del océano desde el espacio.

El diseño del S-193 introdujo en el radar el uso de una técnica de medición ya en uso en radiómetros, este enfoque se utilizó en todos los dispersómetros espaciales posteriores, los radares anteriores requerían una relación señal-ruido (SNR) muy por encima de 0 dB para realizar mediciones significativas; los radiómetros y los radiotelescopios funcionan con SNR de tan solo -50 dB promediando por separado la salida del receptor y un ruido calibrado, y luego restando la potencia del ruido de la salida del receptor para obtener la señal recibida. La aplicación de esta nueva técnica al radar permitió que el dispersómetro lograra una precisión del 5 % con una SNR de -13 dB, el ancho de banda que podía utilizarse era de solo 10 kHz en comparación con los anchos de Banda típicos de los radiómetros de 100 MHz y más; por lo tanto, no se pudieron lograr las SNR extremadamente bajas que usan los radiómetros.

Altímetro de Radar

El objetivo principal del instrumento tecnológico era servir a) como fuente de datos experimentales de pulsos cortos para ser utilizados en el diseño de futuros altímetros de radar a bordo de vehículos espaciales y b) demostrar la capacidad de los altímetros a bordo de vehículos espaciales en la adquisición de curvas de nivel geodésicas y oceanográficas e información sobre las áreas objetivo seleccionadas.

Las mediciones principales realizadas por el altímetro fueron formas de onda de retorno individual, potencia de señal retrodispersada y el tiempo de alcance de ida y vuelta; se obtuvieron muestras puntuales instantáneas de las formas de onda de retorno mediante el uso de 8 compuertas (muestreo y retención) de alta velocidad, mientras que la potencia de retorno promedio se registró mediante una red integradora de detectores de picos; el tiempo de alcance bidireccional para la medición de la altitud se determinó mediante un bucle de seguimiento híbrido que también posicionó las compuertas, el hardware del altímetro tenía cinco modos de operación seleccionables

Radiómetro de microondas pasivo en Banda L (S-194)

Su objetivo era medir la temperatura de brillo de microondas de la superficie de la Tierra, para proporcionar características de la superficie del océano, vientos variables sobre las áreas oceánicas e información sobre la superficie de la Tierra (humedad del suelo), el instrumento era un radiómetro tipo Dicke modificado con un receptor de RF sintonizado, modulación de ganancia y polarización H a una frecuencia de 1,4 GHz (longitud de onda de 21 cm); utilizó una antena de matriz plana de visualización nadir fija, registrando la radiación térmica a una frecuencia de 1,4 GHz y midiendo la temperatura absoluta de la antena. El sistema usó una calibración incorporada con referencia a una entrada fija de carga fría y caliente. La precisión de la medición de la temperatura fue de 1 K; tenía una antena de potencia media con un ancho de haz de 15º, primer haz nulo de 37º (97% de potencia) y una huella circular de unos 124 Km de diámetro (media potencia), los datos se registraban aproximadamente tres veces por segundo, lo que resultaba en una distancia entre los centros de dos celdas de resolución consecutivas en el suelo de 2,5 Km; los datos eran registrados en cintas magnéticas.

Fotografía de horizonte en Visible y UV (S-063)

El objetivo de este instrumento era el de fotografiar el resplandor del aire, en particular durante el crepúsculo, en varias Bandas espectrales dentro del rango espectral UV medio, otro objetivo era estudiar la capa de ozono de la Tierra mediante fotografías verticales; tenía dos cámaras Nikon de 35 mm, una para observaciones en la región espectral Visible con lente f/1.2 de 55 mm; la otra cámara fue optimizada para observaciones en el rango espectral de 250-300 nm (UV medio) con una lente acromática de fluoruro de sílice-calcio fusionado f/2, también de 55 mm de distancia focal; las cámaras UV y Visible, la mira de seguimiento y una ventana solar SAL (Scientific AirLock) transmisora de UV eran comunes a las partes del experimento con ozono y resplandor de aire; a medida que el Laboratorio viajaba desde la puesta del Sol hasta la noche y el amanecer, una línea tangente al horizonte del resplandor giraba 180º, convirtiéndose en perpendicular al piso del OWS a la medianoche, se requería la guía de un astronauta durante exposiciones de hasta 64 seg. de duración.

Complemento de carga útil solar

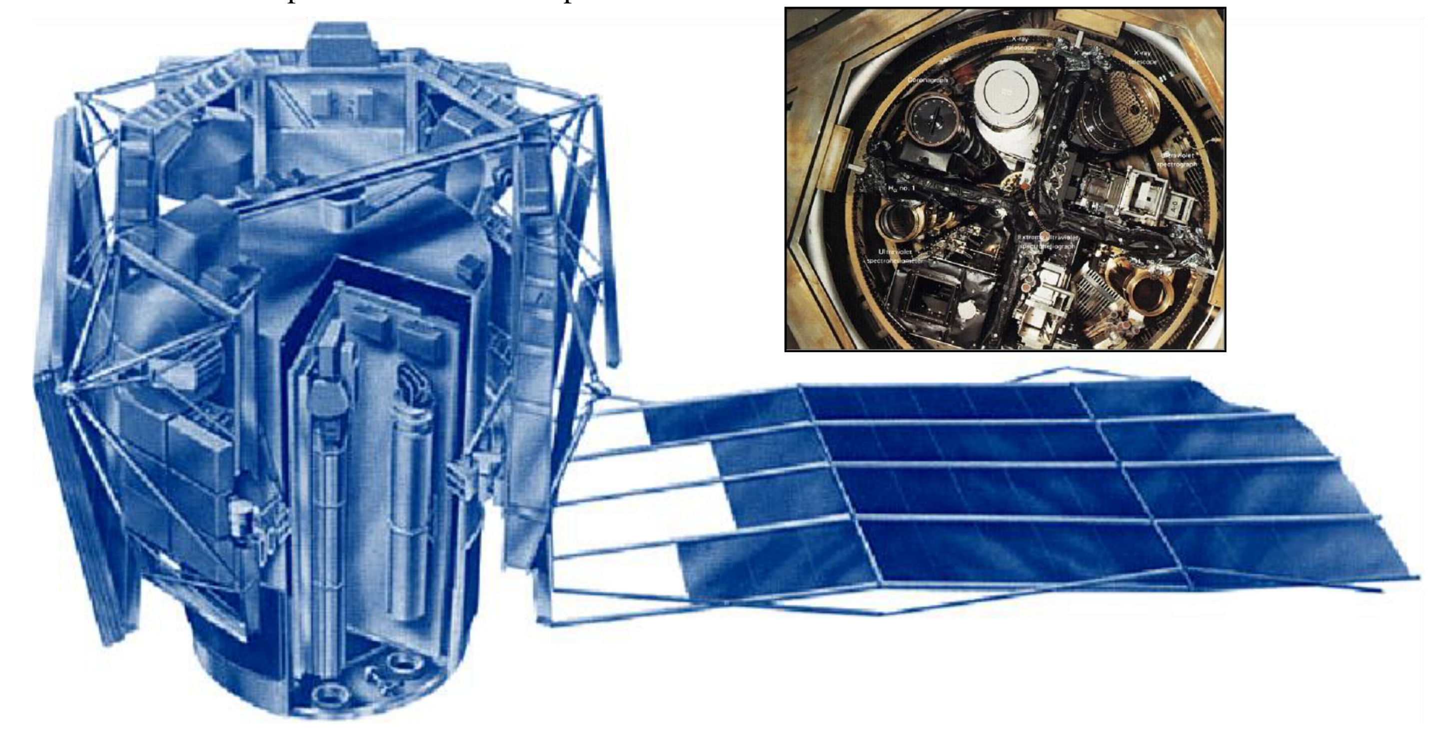
Un objetivo principal de Skylab era el estudio del sol, en particular la corona con sus erupciones y transitorios coronales, denominada Masas de Eyecciones Coronales (CME), en varias regiones de longitud de onda no accesibles desde la Tierra, varios telescopios estaban disponibles en ATM para mirar el Sol en longitudes de onda de rayos X, UV y H-α, así como en luz blanca.

El ATM en el Laboratorio Skylab fue el primer observatorio astronómico solar tripulado a gran escala en el espacio, el recipiente del ATM (contenedor protector y bastidor de instrumentos) medía 3,36 m de largo y 2,44 m de diámetro; los telescopios del ATM no eran modelos en miniatura, sino instrumentos de observación de tamaño real, normalmente de 3 m de largo y con un peso total de más de 900 Kg, los sensores solares fotoeléctricos en la cara del recipiente del ATM que miraba hacia el Sol proporcionaron señales de error a los grandes giroscopios y actuadores (CMG) que se usaron para mantener todo el ATM apuntando al Sol con una tolerancia de ± 2 seg. de arco.

El ATM también proporcionó amplias capacidades para el registro de datos, se utilizaron cámaras de película de alta resolución para registrar las diversas observaciones del instrumento; los astronautas tenían la tarea de dar servicio (cargar y descargar) las cámaras y devolver la película al final de sus misiones a la Tierra; casi 30 magazines de película fueron expuestos y devueltos a la Tierra, proporcionando a los científicos más de 150000 exposiciones.

Una única consola de control y visualización en el MDA (adyacente al ATM) permitía la operación manual y el monitoreo visual de todos los experimentos a través de interruptores selectores, controles de señalización, monitores de TV y una variedad de indicadores sobre el estado del experimento, uso de películas, condiciones solares y otros parámetros.

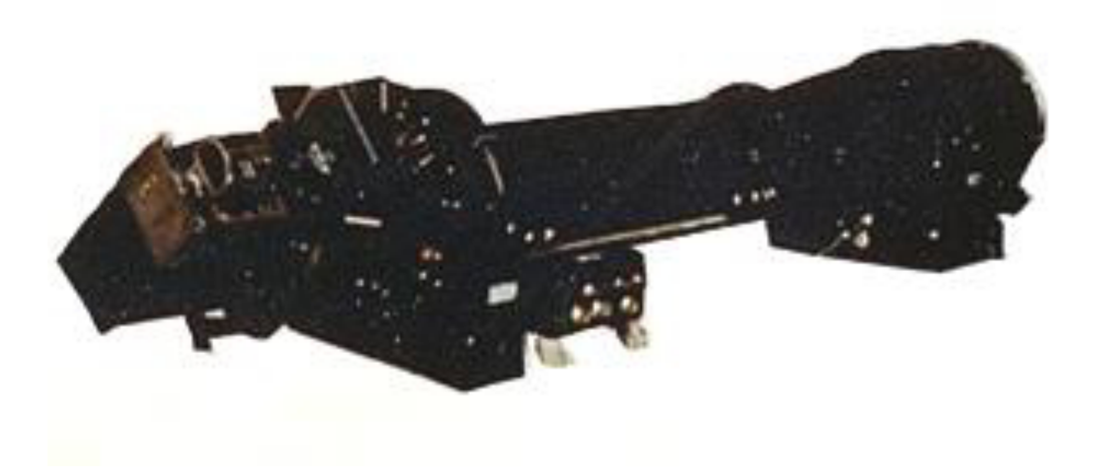
Los astronautas trabajaron con los científicos en la Tierra, vía intercambio de radio, en la planificación de nuevos programas y la modificación de otros, estuvieron atentos a las erupciones e idearon sus propias nuevas formas de predecir la ocurrencia de erupciones; el Laboratorio Skylab incluyó 8 experimentos solares separados en ATM; la mayoría de los instrumentos solares eran descendientes de instrumentos utilizados en experimentos realizados en naves espaciales solares no tripuladas anteriores.



Telescopio espectrográfico de rayos X (S-054)

El telescopio registraba fotográficamente imágenes de alta resolución de la corona solar en varias regiones de Banda ancha del espectro de rayos X suaves; incluía una rejilla objetiva utilizada para estudiar el espectro de líneas; la resolución espacial, sensibilidad, rango dinámico y la resolución temporal del instrumento se eligieron para estudiar una amplia variedad de fenómenos solares; incorporaba mejoras en las técnicas de diseño, fabricación y calibración; el programa de observación se diseñó para optimizar el uso del instrumento y proporcionar estudios en una amplia gama de escalas de tiempo.

Su objetivo era obtener imágenes de rayos X del Sol en un rango de longitud de onda de 0,2 a 6 nm, usaba filtros selectivos y una rejilla de transmisión para obtener información espectral; el instrumento proporcionó una resolución espacial de aproximadamente 2 seg. de arco en el eje y tenía 6 filtros de rayos X de Banda ancha cada uno con una curva de transmitancia diferente; cada imagen de rayos X estaba acompañada de una imagen de luz blanca, coalineada con la imagen de rayos X; los datos se registraban en una película; en total, se obtuvieron aproximadamente 32000 exposiciones a rayos X solares.

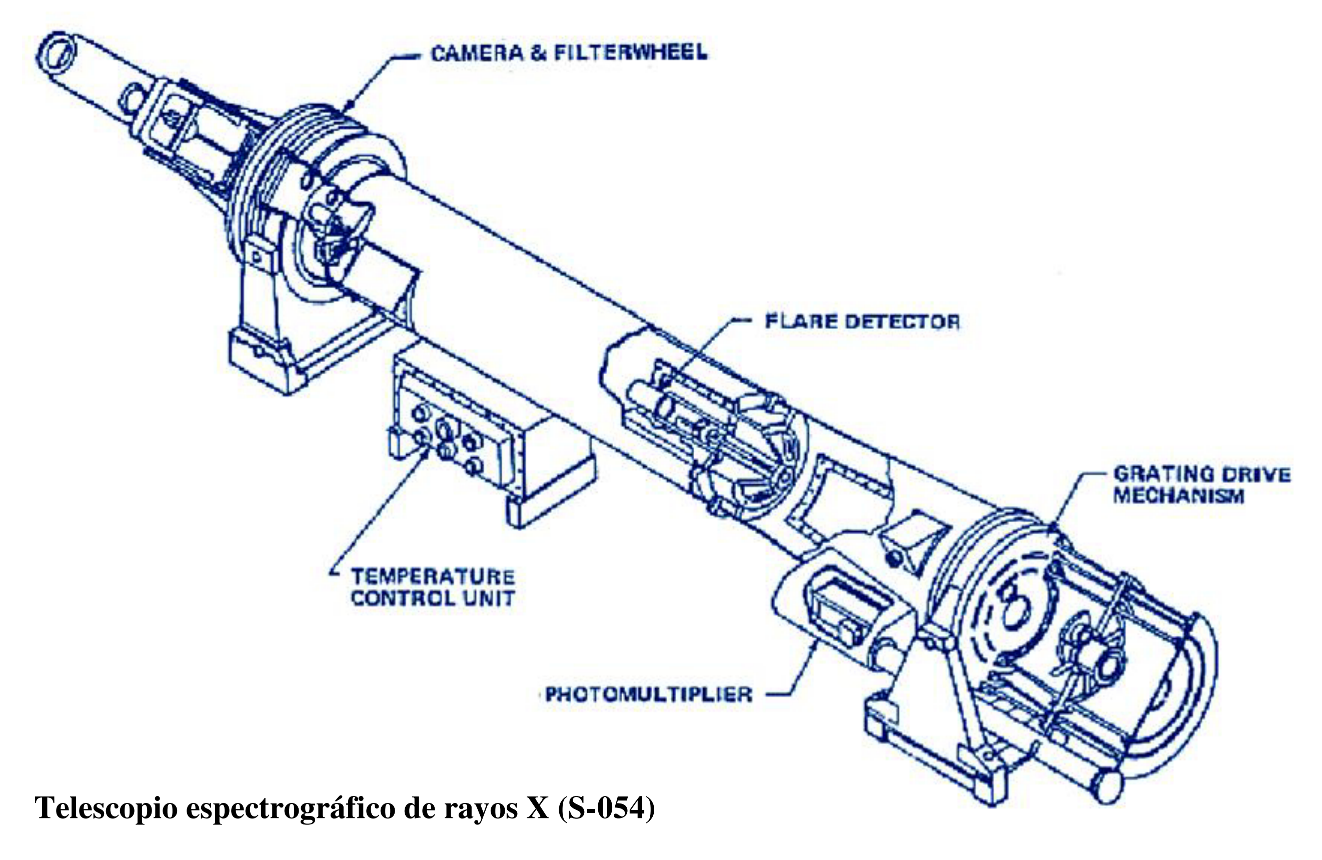


Telescopio de rayos X (S-056)

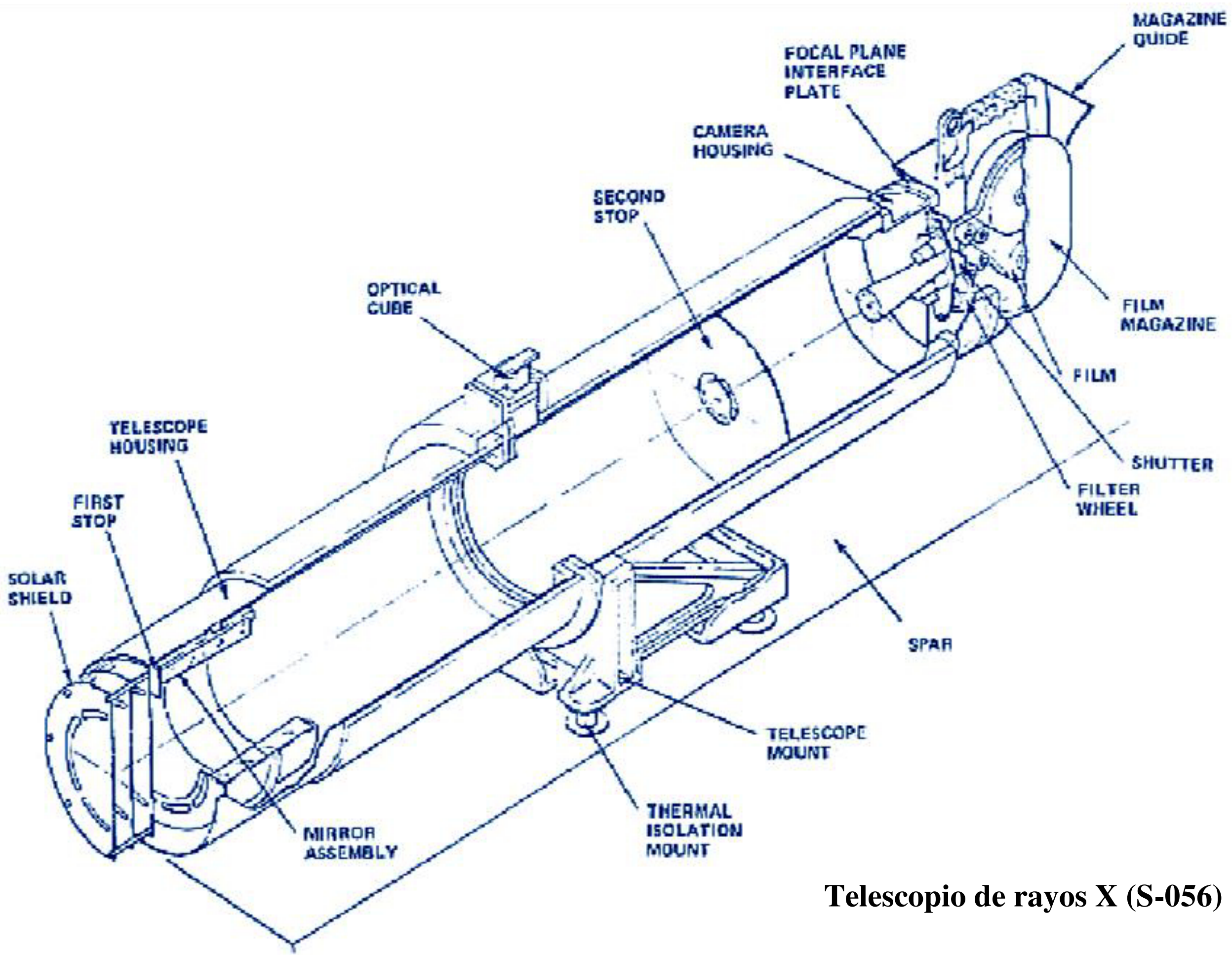
Telescopio de incidencia rasante que produjo imágenes del Sol en rayos X con longitudes de onda de 6 a 49 Å, junto con un analizador de eventos de rayos X para monitorear el flujo total de rayos X suaves solares en varias Bandas de longitud de onda; las imágenes tomadas a través de 6 filtros diferentes se grabaron en una película que luego se devolvió a la Tierra en vuelos de regreso para su procesamiento.

Las observaciones con los instrumentos S-054 y S-056 proporcionaron las primeras imágenes de rayos X desde el espacio, demostrando la utilidad de las imágenes solares de disco completo para estudios de erupciones solares y la corona solar; el registro sinóptico de la estructura de la corona solar proporcionado por estas imágenes permitieron a los investigadores descubrir tendencias en la vida de las regiones solares activas, puntos brillantes de rayos X, serpentinas coronales y otras estructuras de viento solar, así como la evolución del campo magnético solar a lo largo de un intervalo de 8 meses; originalmente, estas imágenes se adquirían en órbita en una película fotográfica y se procesaban mediante la impresión de diapositivas e imágenes en papel.

En dimensiones y características generales, S-054 y S-056 eran muy similares, la principal diferencia era que el S-056 tenía tres veces menos área de captación de luz, pero estaba equipado con una serie diferente de filtros, lo que le permitía registrar rayos X algo más duros y fue particularmente exitoso en la grabación de imágenes de alta resolución espacial, que mostraban en detalle la fase de crecimiento de las erupciones solares.



Telescopio espectrográfico de rayos X (S-054)



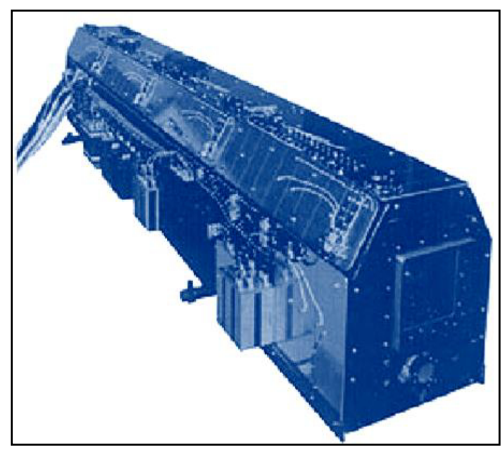
Telescopio de rayos X (S-056)

Espectrógrafo de rayos X y UV (S-020)

Fue el único instrumento solar ubicado en el OWS, su objetivo era registrar en una película fotográfica un espectro de rayos X y radiación UV del Sol en la región de 10 a 200 Å, con una resolución angular modesta; la radiación en este rango espectral es emitida por átomos altamente ionizados en la cromosfera solar y la corona, esto es indicativo de procesos atómicos y de plasma de alta temperatura que son extremadamente difíciles de duplicar en la Tierra.

En el instrumento la luz del Sol entraba por una rendija estrecha e incidía en una rejilla con un ángulo de incidencia muy pequeño, en condiciones de incidencia rasante, las rejillas reflejaron suficiente energía incluso en la región de longitud de onda de 1-10 nm (región de rayos X suaves) para que las grabaciones de películas fueran factibles cuando se podían realizar exposiciones prolongadas; películas metálicas finas frente a la rendija bloqueaban la luz visible y UV no deseada.

Espectroheliómetro (S-055)



Fue un desarrollo posterior de instrumentos similares volados en los observatorios solares orbitales OSO-4 y OSO-6; su objetivo fue obtener datos fotométricos de 6 líneas espectrales (O IV, Mg X, C III, O VI, HI, C II) y el continuo de Lyman en la región de longitud de onda de 30-140 nm a partir de elementos de superficie de 5 x 5 seg. de arco del Sol, además, para obtener un escaneo espectral de la región de 30-140 nm inclinando la rejilla; el estudio de las intensidades relativas de las líneas espectrales proporcionaron información sobre la composición del plasma, temperaturas y los procesos de transferencia de energía en fenómenos solares activos y en reposo; el instrumento utilizaba un espejo primario paraboloidal fuera del eje para formar una imagen solar en la rendija de entrada del espectrómetro de 56 x 56 µm de tamaño, correspondiente a un área de 5 x 5 seg. de arco en el Sol; las señales de los detectores fueron transmitidas a la Tierra por medio de telemetría.

Coronógrafo de luz blanca (S-052)

Era uno de los principales instrumentos del ATM, diseñado para monitorear fotográficamente el brillo de la corona solar en un rango de longitud de onda desde 3500 - 7000 Å, el objetivo era el de obtener fotografías de alta resolución y alta sensibilidad de la corona solar de 300000 Km a casi 3 millones de Km sobre la superficie solar, estudio de brillo, forma, tamaño, composición, polarización y movimientos de la Corona solar.

Los coronógrafos estaban diseñados para bloquear la imagen del disco solar y tomar fotografías de la tenue corona que se extiende desde el Sol hacia el espacio, debía evitarse cuidadosamente la dispersión de la luz por elementos ópticos y superficies estructurales; este instrumento contenía 4 discos de ocultación coaxiales y foto detectores para las correcciones de alineación.

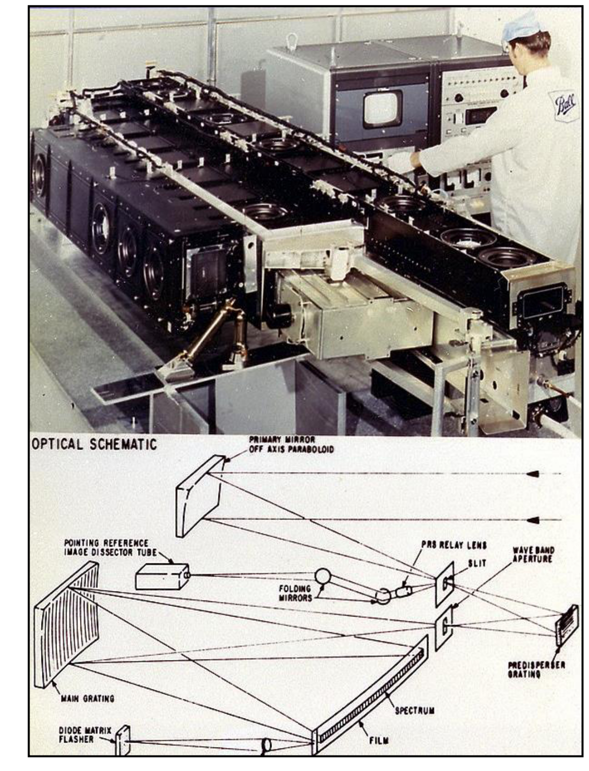
Las imágenes se grababan en película de 35 mm; se tomaron en luz no polarizada o en una de las tres orientaciones posibles de luz polarizada plana, además, el instrumento pudo operar en el modo de video, lo que permitía una visualización para los astronautas o una transmisión de TV, el coronógrafo obtuvo más de 35000 fotografías de luz blanca de Banda ancha (370-700 nm) de la corona solar, tanto no polarizadas como polarizadas linealmente (esta última a través de filtros Polaroid HN-38), 5 cámaras, cada una cargada antes de la misión con un rollo de película de 229 m de largo por 35 mm de ancho, fueron recuperadas y reemplazadas por astronautas en maniobras de EVA.

Espectroheliógrafo de rayos X y UV (S-082A)

Era un instrumento que voló en el satélite OSO-2, y estaba equipado con detectores fotomultiplicadores; era un espectrógrafo de rejilla Wadsworth sin rendija que usaba grabación fotográfica; las imágenes del Sol y la generación del espectro se lograban mediante un solo espejo cóncavo de 2 m de distancia focal, reglado con 3600 líneas/mm (rango espectral de 171-630 Å), formaba imágenes solares monocromáticas superpuestas de 18,6 mm de diámetro en una tira de película; fue diseñado para operar en dos rangos de longitud de onda con la rejilla normal ubicada en 255 Å para uno y 400 Å para el otro rango (los dos rangos espectrales se fotografiaron por separado, con dos posiciones angulares de la rejilla), la parte no utilizada del espectro solar se reflejaba en el espacio para evitar el calentamiento innecesario del instrumento, y un delgado filtro de Aluminio frente a la película mantenía fuera a la luz parásita.

Su objetivo era registrar imágenes monocromáticas de todo el Sol en las líneas de emisión de un rango espectral de 17 a 63 nm (UV extremo), obtuvo información sobre la composición, temperatura, conversión y transferencia de energía y procesos de plasma dentro de la cromosfera y la corona inferior, datos que se correlacionaron con los resultados de observaciones simultáneas en las otras regiones de longitud de onda; entre las líneas más intensas en esta región del UV extremo se encontraban las del Helio, Oxígeno, Neón, Magnesio y el Hierro.

Espectrógrafo de rayos X y UV (S-82B)



Su objetivo era obtener espectros de rayos X y UV Extremo (970-3940 Å) de pequeñas porciones de la superficie solar con alta resolución espacial y espectral, y obtener espectros fotográficos en varios lugares dentro y fuera del disco solar; se hicieron intentos para obtener espectros de erupciones y otras áreas activas; la información sobre el cambio del modo de transporte de energía solar de convección a ondas de choque dinámicas de plasma se derivaba de estas observaciones. Además, se estudiaron detalles de estructura, densidad y temperatura de la cromosfera y la corona inferior.

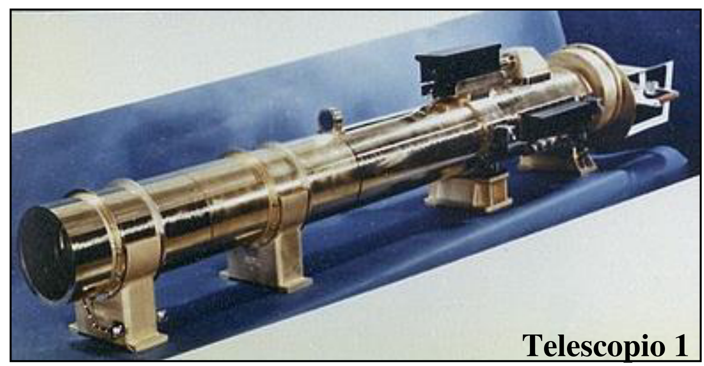
El instrumento constaba de un telescopio de un solo espejo y un espectrógrafo de doble rejilla, el espejo del telescopio era un paraboloide fuera del eje de 1 m de distancia focal y una apertura clara de 54 x 121 mm, el espejo formaba en la rendija de entrada del espectrógrafo una imagen solar de 9,3 mm de diámetro con una resolución de aproximadamente 1 seg. de arco

Utilizaba un conjunto de rejillas de dispersión previa con dos rejillas para generar un haz de luz que contenía solo las regiones de longitud de onda deseadas (eliminación de la luz parásita), la rejilla principal era un espejo cóncavo reglado a 600 líneas/mm, y producía un espectro en película fotográfica con una resolución de 0,004 nm en el rango de 97 a 197 nm y una resolución de 0,008 nm en el rango de 194 a 394 nm.

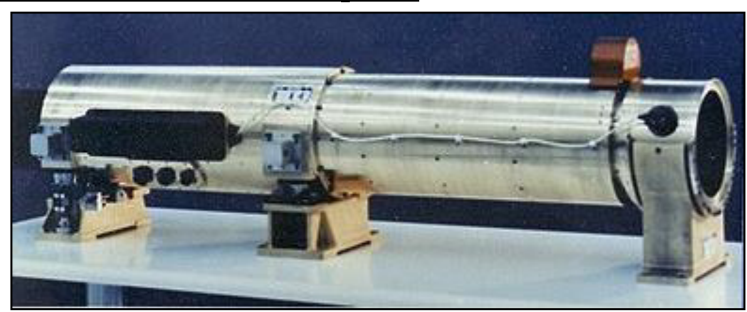
La detección de imágenes se realizó con fotomultiplicadores, la tecnología de detección fotoeléctrica empleada ofrecía características tales como una mayor precisión de las mediciones de intensidad y una cobertura de rango dinámico más amplia que la técnica de grabación fotográfica; en la mayor medida posible, los instrumentos S-055, S-082A y S-082B operaron juntos.

Telescopios de Hidrógeno-α

Su objetivo era utilizar dos telescopios para obtener imágenes del Sol en la luz roja de la línea de Hidrógeno-α para proporcionar una ayuda visual a los astronautas y un registro fotográfico de las condiciones solares durante los períodos de observación solar del ATM (estudio de H-α de la emisión del Sol durante las erupciones solares), el telescopio constaba de un objetivo Cassegrain telecéntrico (f/28) y una óptica de relé, formaba una imagen del Sol de 5,1 cm de diámetro en el plano focal y la transmitía a uno de los dos planos de imagen (vidicon o cámara de película) a través de una lente de zoom y una lente de relé fija, respectivamente.



Telescopio 1



Las cámaras vidicon mostraban detalles solares en tiempo real a la tripulación en uno de los dos monitores de video en la consola del ATM en el MDA, cada uno de los telescopios tenía una cruz móvil que se movía de forma mecánica, la del telescopio 1 se alineaba con la mira del Experimento S-055, la del telescopio 2 se alineaba con la mira del Experimento S-082B.

Otros experimentos

S-009, Medición de flujo de rayos cósmicos - detector de emulsión nuclear

S-019, Espectros de líneas UV de estrellas y galaxias jóvenes y calientes de hasta 1400 Å

S-073, Estudio de la intensidad y polarización de la luz zodiacal, brillo de la superficie y la polarización del resplandor nocturno sobre una gran parte de la esfera celeste en el espectro de luz visible y determinaba la naturaleza de la extensión de la corona de la nave espacial durante el día.

S-149, Masa, velocidad y composición química del polvo interplanetario, determinar la distribución de masa de los micrometeoritos en el espacio cercano a la Tierra.

S-150, Inspeccionar una parte de la esfera celeste en busca de fuentes de rayos X galácticos en el rango de energía de 0,2 a 10 KeV.

S-183, Fotómetro para espectrografía estelar y una cámara de imágenes de campo amplio. Obtenga fotografías de campo de visión amplio de estrellas individuales y campos estelares extendidos en el rango UV.

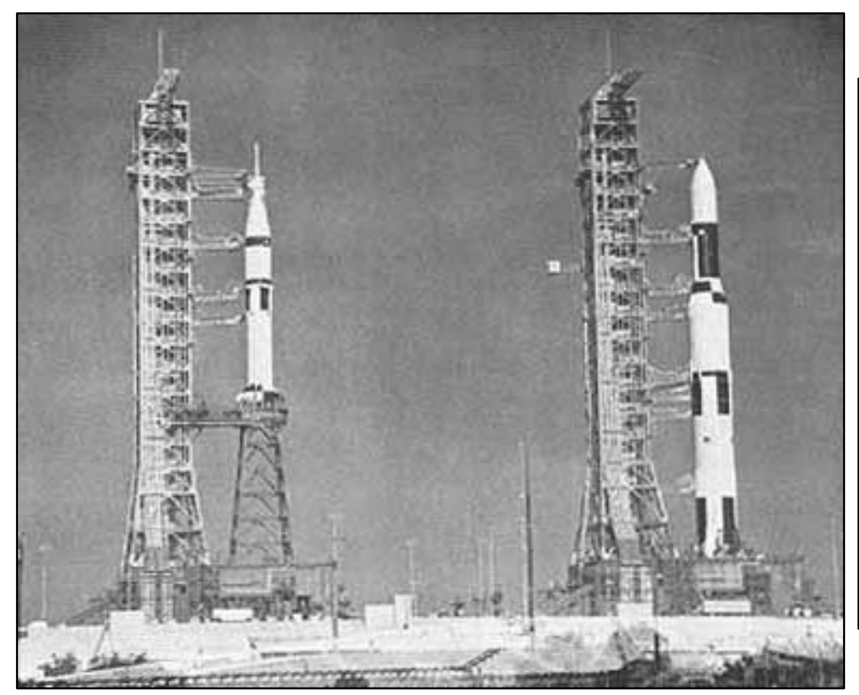
S-201, Cámara electrográfica UV lejana para estudiar la estructura del cometa Kohoutek

Misiones

En enero de 1972 se anuncian las tripulaciones de las tres misiones, el lanzamiento del Skylab mediante un Saturno V se denominaría Skylab-1 y poco después despegaría el Skylab-2 en un Saturno IB con Charles Conrad, Joseph Kerwin y Paul Weitz. Luego le tocaría el turno al Skylab-3 (Alan Bean, Owen Garriott y Jack Lousma) y el Skylab-4 (Gerald Carr, Edward Gibson y William Pogue) que cerraría el programa (este sistema de numeración fue introducido después de que las tripulaciones hubiesen creado sus insignias y documentos numerando las misiones de la 1 a la 3 y no de la 2 a la 4) sólo Conrad y Bean tenían experiencia previa en vuelos espaciales (ambos pisaron la Luna en 1969 durante el Apolo 12) Bean era una elección lógica, ya que durante mucho tiempo trabajó en el AAP antes de que Conrad lo rescatase para el Apollo, durante un tiempo se estudió acoplar el Skylab con la estación espacial soviética Salyut-1 o realizar una misión conjunta con una Soyuz, pero este programa internacional sería cancelado en favor de una misión Apolo-Soyuz más modesta.

Skylab-I

El Laboratorio Orbital con un peso total de 90,3 tn fue lanzado el día 14/05/1973 a bordo de un cohete Saturno-V de dos fases, bajo el control de la IU el protector fue separado y abandonado, el laboratorio se orientó en la dirección correcta y el ATM giro 90° respecto de su posición de lanzamiento, desplegando sus cuatro paneles solares.





En el interior del OWS se estableció una presión gaseosa de 0,35 Kg/cm^2 de una mezcla de Oxígeno y Nitrógeno con una relación de 3 a 1, el Skylab se había estabilizado en una órbita entre 427 y 440 Km con 50° de inclinación, pero la secuencia de funciones no fue completa; por las vibraciones del despegue, un escudo protector del OWS saltó, arrastrando uno de los dos paneles solares, el otro panel quedó atascado y no pudo desplegarse.



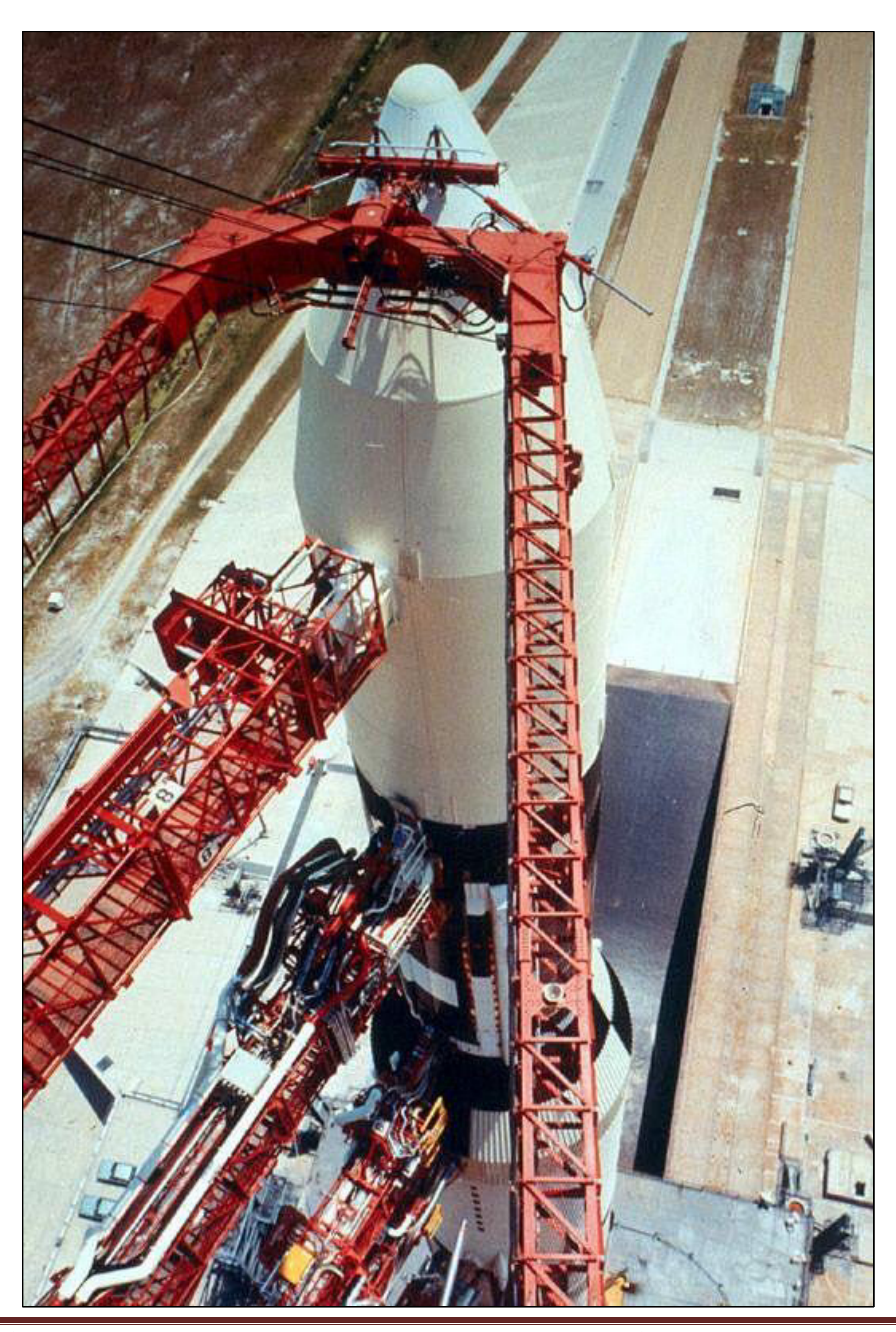
Sin el protector térmico y sin energía eléctrica suficiente (solo funcionaban los generadores del ATM) la temperatura interior aumentó hasta alcanzar los 88 ºC, estabilizándose mediante la orientación hacia un ángulo solar mas favorable (efectuada desde el control de Tierra), con estos problemas se consideró la no utilización del laboratorio, los daños eran graves y de difícil solución llegándose a pensar en la posibilidad de enviar un vuelo de reconocimiento para ver los desperfectos, incluso se pensó también en la posibilidad de construir un segundo modelo para de esta manera proseguir con las investigaciones y llenar un período de tiempo inactivo en la carrera espacial, cuando se analizaron los problemas detenidamente, el escudo térmico sería sustituido por una sombrilla (una superficie rectangular de 7 x 7,5 m) sujeta a la estructura por medio de un solo brazo, como un paraguas, de construcción fácil, sencilla y que permitía su colocación sin demoras.

Skylab I - Misión SL-2

El viaje de la primera tripulación tuvo que ser demorado 10 días y finalmente fue lanzada el 25/05/1973, sus astronautas eran Charles Conrad, Joseph Kerwin y Paúl Weitz.





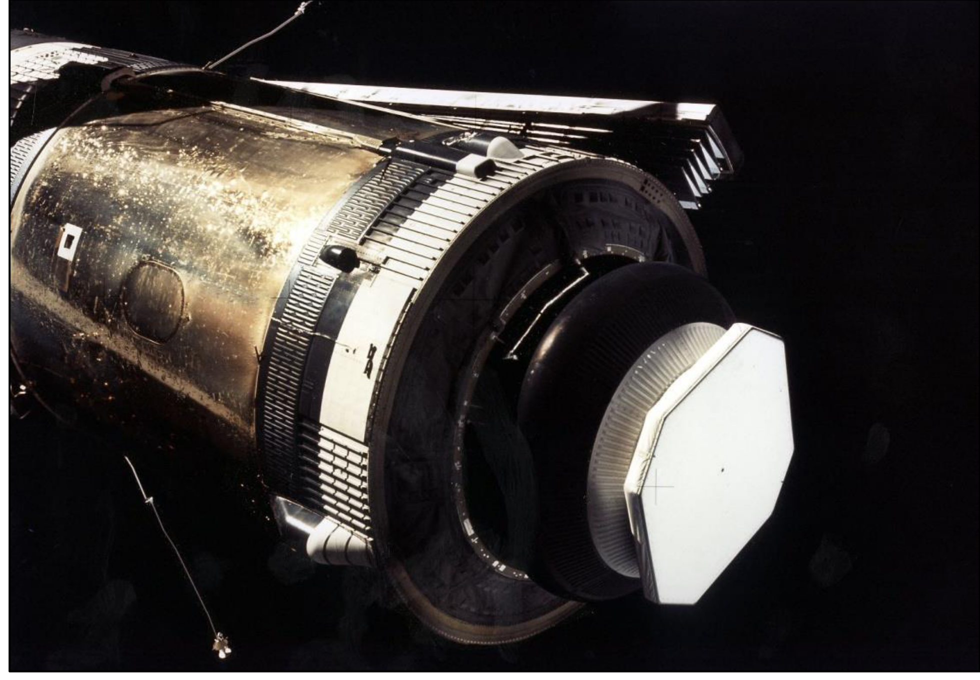


Antes de proceder al acople, efectuaron una observación de los daños, confirmando la perdida del protector térmico y la inutilización de los paneles solares, Conrad acercó la nave y Weitz intentó desplegar el panel atascado sin tener éxito, el acoplamiento resultó ser muy problemático, luego de seis intentos que duraron 4 hrs, finalmente Weitz y Kerwin entraron en el Skylab y comprobaron que el MDA y el AM no tenían fallas, pero no así con el OWS (que estaba muy caliente) después de verificar el funcionamiento de algunos instrumentos, Conrad y Weitz procedieron a colocar la sombrilla protectora sobre la zona afectada, de esta manera las temperaturas internas comenzaron a descender permitiendo una total utilización a los cuatro días, durante los cuales habitaron el MDA.

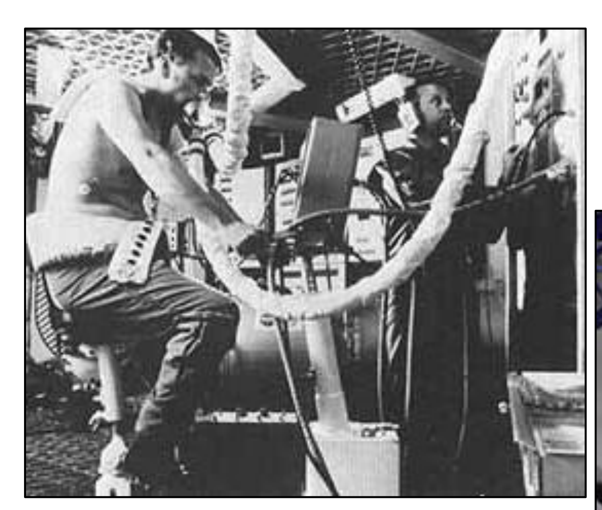




Con este problema solucionado se empezaron a hacer varios experimentos, pero con los paneles del ATM funcionando no se disponía de suficiente energía, entonces se ideó una manera de desplegar el panel solar atascado, Conrad y Weitz en una de sus salidas al exterior ataron una cuerda sobre el perfil del panel, al mover bruscamente la cuerda se provoco el esperado despliegue, provocando también que los astronautas fueran lanzados hacia el espacio quedando sujetos con el cordón de seguridad.



A partir de ese momento las 8 baterías del OWS empezaron a funcionar a pleno pudiendo suministrar una potencia de 5,5 Kw que unidos a los 10 Kw producidos en el ATM, permitía una utilización del laboratorio en un 80 %, con la salida de Kerwin para colocar en posición correcta 2 telescopios del ATM concluyeron las reparaciones, se realizaron experimentos médicos, la mayoría analizaban la adaptación del cuerpo humano a los ambientes sin gravedad, también se llevaron a cabo varios experimentos propuestos por estudiantes, investigación sobre habitabilidad en la estación orbital, se obtuvieron unas 9000 fotografías del Sol y la preparación de nuevas pruebas para las misiones siguientes, en total la misión estuvo en el espacio 28 días, amerizando el 22/06/1973; al recuperar la cápsula, los médicos pudieron observar los efectos producidos por la falta de gravedad en el cuerpo humano, ninguno de estos efectos imposibilitaba una prolongación en la duración del vuelo.







Skylab II - Misión SL-3

La segunda tripulación que visitó el Laboratorio Skylab fue lanzada el 28/06/1973, después de un correcto lanzamiento, una falla en uno de los cohetes impulsores ocasionó mas problemas de los previstos al realizar un vuelo de observación para determinar el estado del parasol, luego de una difícil maniobra finalmente la cápsula se acopló al laboratorio.





Durante los días siguientes los integrantes de la estación orbital (Bean, Garriot y Lousma) pusieron en funcionamiento gran cantidad de instrumentos, verificando controles ambientales, de aire acondicionado y comprobando los generadores de electricidad; se consiguió bajar la temperatura de 27 ºC a niveles más confortables para trabajar, debido a la falta de simulacros en tierra la tripulación sufrió mareos y diversas molestias durante la primera semana, esto generó la demora de la colocación del nuevo parasol, al día 5 de la misión se previó un regreso inminente, ya que se detectó una fuga en uno de los impulsores del CM, pero luego se abandonó esta posibilidad.

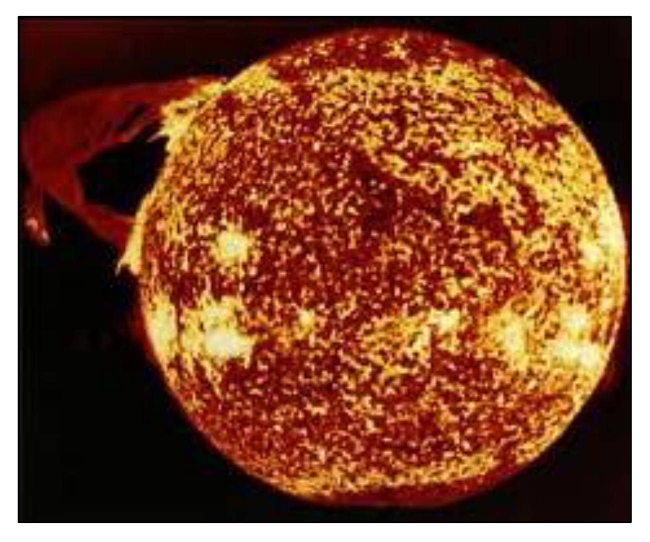


Finalmente luego de varios problemas que hicieron aplazar tres salidas al exterior, el 7 de agosto Garriot y Lousma permanecieron 6:30 Hrs en una actividad extravehicular montando la nueva sombrilla, dispuesta sobre la que había colocado la misión anterior, haciendo disminuir nuevamente la temperatura interior, también se analizó la fuga del impulsor del CM, siendo imposible solucionar el problema.



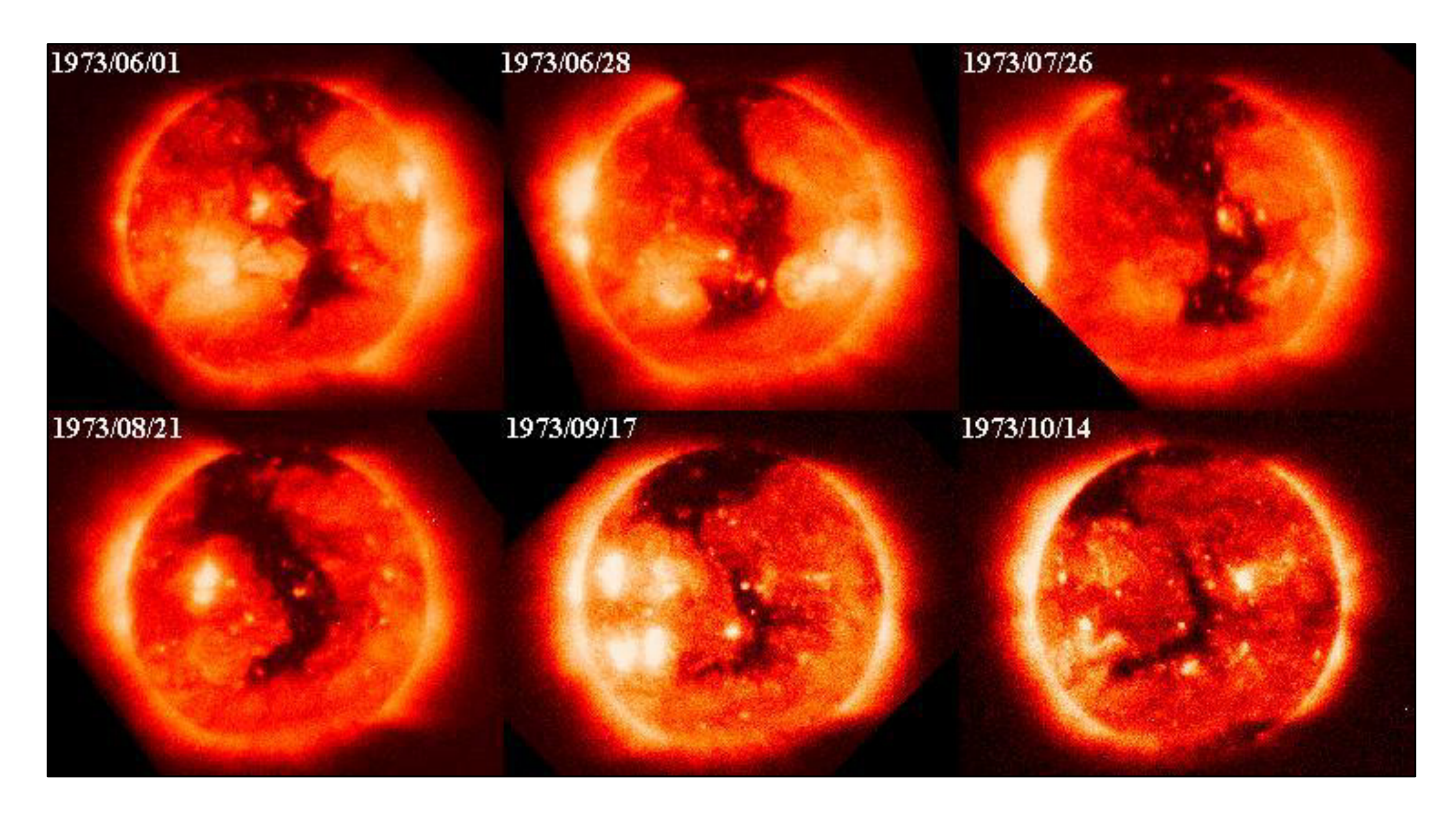
Entre las experiencias a llevar a cabo, estaban las destinadas a observar el comportamiento de varios animales como ratones, arañas y peces, las arañas sobre todo, tejiendo sus telas demostraron una buena adaptación al entorno espacial, lamentablemente, un cortocircuito en el CSM causó la muerte de los ratones e insectos imposibilitando parte de la investigación prevista.





También se pudieron obtener 75000 fotografías del Sol en aproximadamente 300 hrs de observación, permitiendo saber el comportamiento de la Corona Solar (se creía que las explosiones que en ella tenían lugar, se formaban lentamente) los resultados de la investigación revelaron cambios constantes en dicha Corona, mientras gases calientes son lanzados continuamente en forma radial, se descubrió que la producción de energía es menor en el interior que en las zonas periféricas y también se hicieron estudios sobre el viento solar, estudiando las zonas oscuras de la Corona que giran sobre la superficie del Sol, siendo estas numerosas en los polos y se cree que desde estas zonas es proveniente el viento solar.





La cápsula inicio su regreso el día 25/09/1973 sin problemas al desacoplarse con el Laboratorio Skylab, sin embargo un huracán centrado a pocos Km del lugar de amerizaje creó condiciones muy adversas para la recuperación de la nave, al terminar la misión, Alan Bean había establecido una nueva marca de permanencia en el espacio de 69 días.





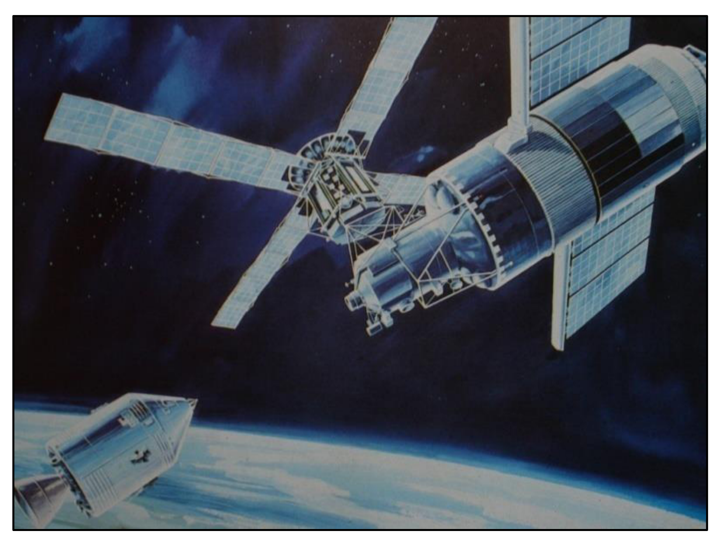
Skylab III - Misión SL- 4

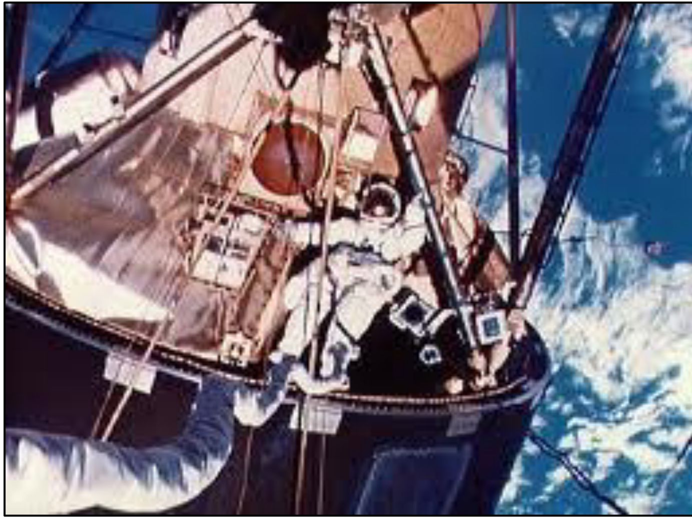
Fallas en la estructura exterior del Saturn I-B (que de no ser reparados, hubiera provocado la rotura del cohete) fueron la causa del doble aplazamiento de la misión, finalmente se inició el 16/11/1973 con los astronautas Gibson, Carr y Pogue; fueron necesarios tres intentos para lograr el acople con el Laboratorio Orbital, y los problemas de adaptación no posibilitaron la descarga de material del CM hasta el día 4.





Después del día 8 se realizó una EVA de 6 hrs para reparar una antena, al poco tiempo se le informó a la tripulación de una falla en dos giróscopos, lo que implicaba un mayor consumo de gas en los motores de posición y un mayor tiempo en las maniobras, se pensó en la posibilidad de finalizar la misión, finalmente no fue así y la tripulación se concentró en los trabajos científicos.





Para las observaciones del Cometa Kohoutek (que pasaría cerca del Sol) se prepararon EVA para los días 25 y 29-11 con el fin de colocar cámaras en el ATM para que registraran la composición variable y su evolución al ser calentado por el Sol, los días 25 y 28, Carr y Pogue prepararon salidas para fotografiar el cometa, mas tarde se intuyó que el acontecimiento no sería tan importante (como se pensaba en un principio) reestructurándose los planes de trabajo.

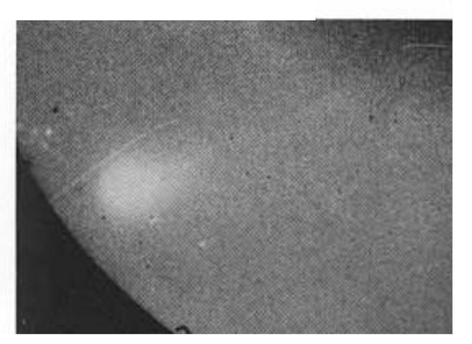


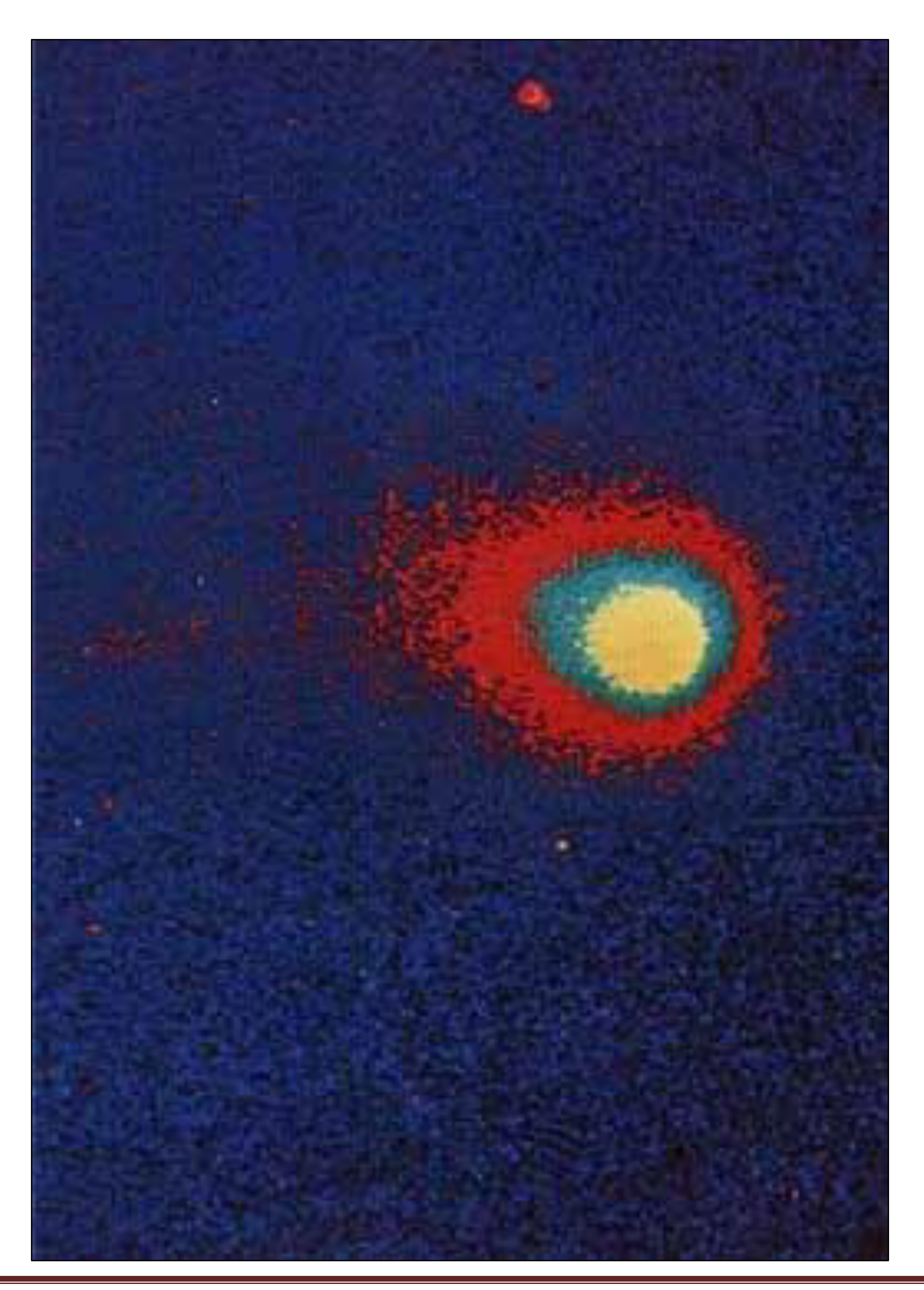






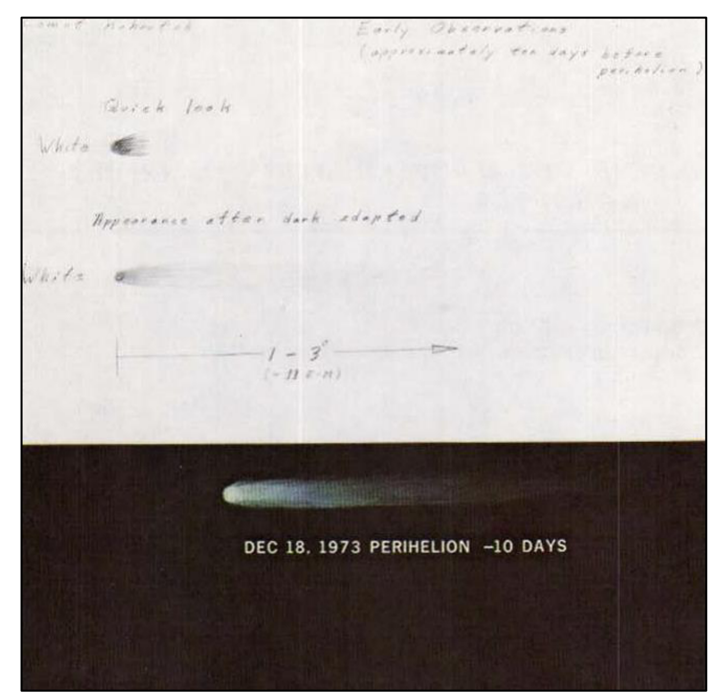




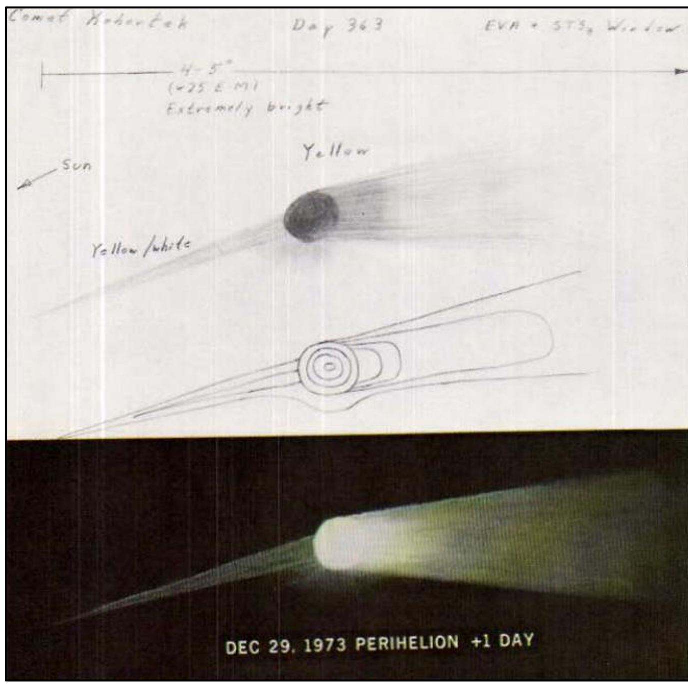


Las observaciones cometarias no formaban parte de la misión Skylab III, pero aprovechando la ocasión, el Kohoutek fue el primer cometa observado por astronautas (también lo hicieron los tripulantes de la estación espacial soviética Soyuz-13 y en el plan de la misión Apolo-XIII estaba la observación del cometa Bennet, que no pudo llevarse a cabo por los problemas que originaron el fin prematuro de la misión) Gibson hizo dibujos de el cometa utilizando unos binoculares de 10 aumentos, quién los hacía en blanco y negro, y luego los hacía revisar por los otros dos miembros de la tripulación, ya en la Tierra, reelaboró los dibujos y les aplicó color.

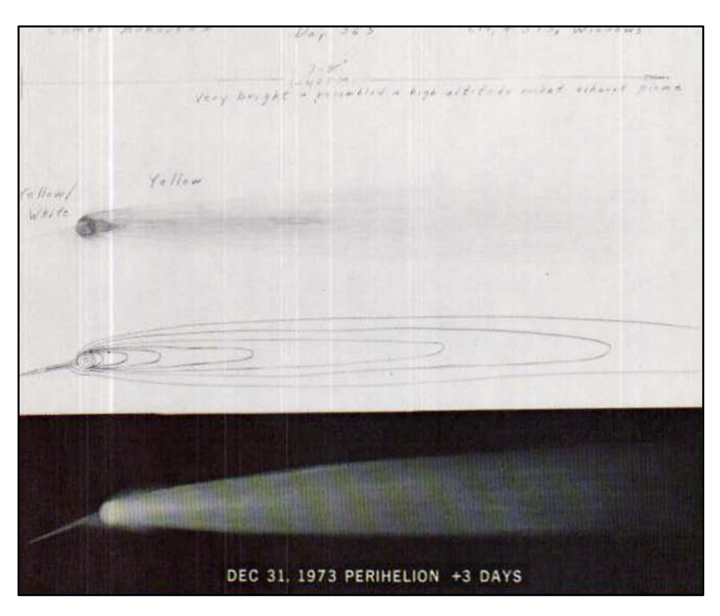
El 29-12-1973 el cometa fue vuelto a observar por Gibson durante una actividad extravehicular, no solamente era mucho menos brillante, sino que también presentaba una débil anti-cola en dirección del Sol, estas observaciones fueron muy importantes, ya que el perihelio del cometa se había producido un día antes y en ese momento no era observable desde la Tierra, para el tercer día después del perihelio la anti-cola era muy tenue y la cola se había desarrollado; progresivamente, día a día, la coma se volvía menos brillante y la cola más tenue, a medida que se alejaba del Sol.



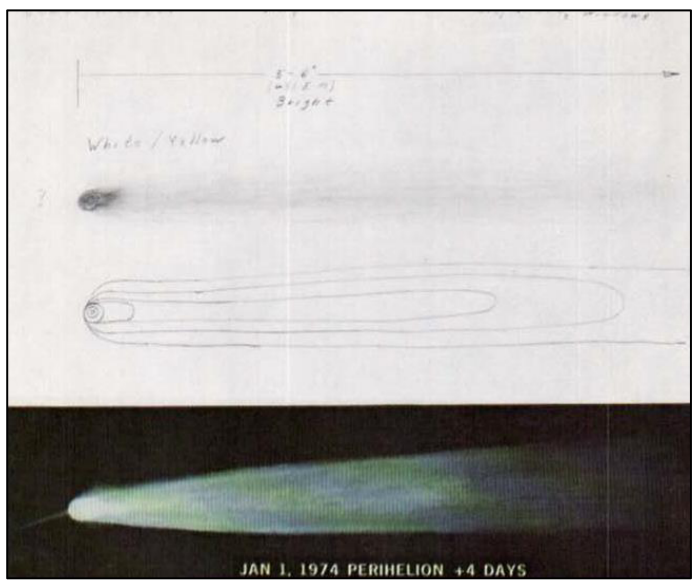
DEC 18, 1973 PERIHELION –10 DAYS



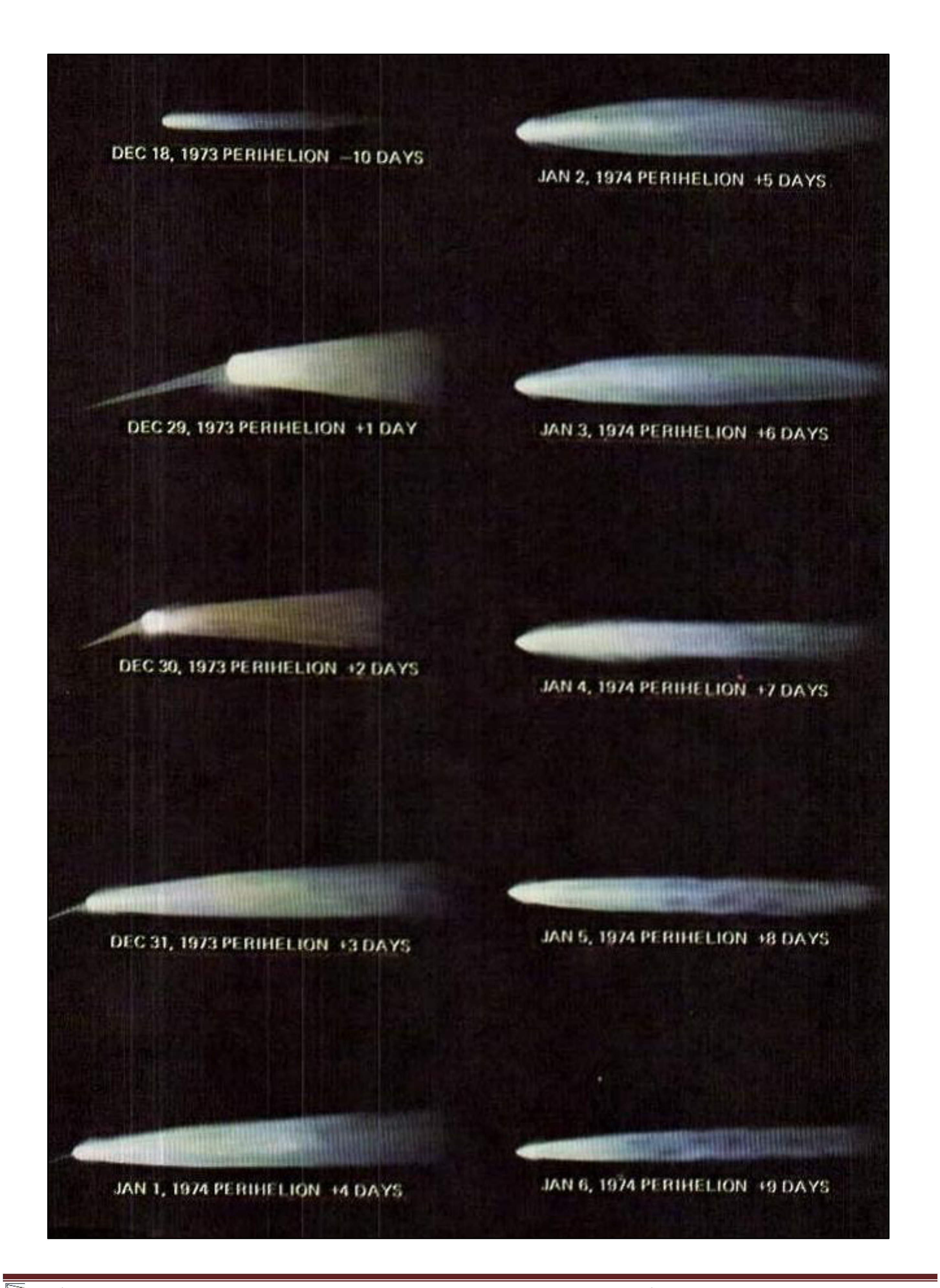
DEC 29, 1973 PERIHELION +1 DAY



DEC 31, 1973 PERIHELION +3 DAYS



JAN 1, 1974 PERIHELION +4 DAYS


DEC 18, 1973 PERIHELION −10 DAYS
JAN 2, 1974 PERIHELION +5 DAYS
DEC 29, 1973 PERIHELION +1 DAY
JAN 3, 1974 PERIHELION +6 DAYS
DEC 30, 1973 PERIHELION +2 DAYS
JAN 4, 1974 PERIHELION +7 DAYS
DEC 31, 1973 PERIHELION +3 DAYS
JAN 5, 1974 PERIHELION +8 DAYS
JAN 1, 1974 PERIHELION +4 DAYS
JAN 6, 1974 PERIHELION +9 DAYS





Una cuarta salida al espacio permitió recuperar instrumental dispuesto en el exterior e iniciar los preparativos para el regreso, la cápsula se desacopló del Laboratorio el 08/02/1974, y los astronautas observaron que una de las sombrillas se había roto y ambas habían perdido color.



El viaje de regreso tampoco estuvo exento de problemas, un error por precipitación (reconocido por los astronautas) hizo que se activaran varios circuitos y se desconectara el piloto automático del Módulo de Comando y Servicio, afortunadamente fueron capaces de utilizar el sistema de control manual y alcanzar la zona de entrada, por último, un posible escape de gas, fue detectado por el Centro de Control y se aconsejó la utilización de mascaras antigás, el amerizaje se efectuó cabeza abajo, pero no surgieron más problemas.



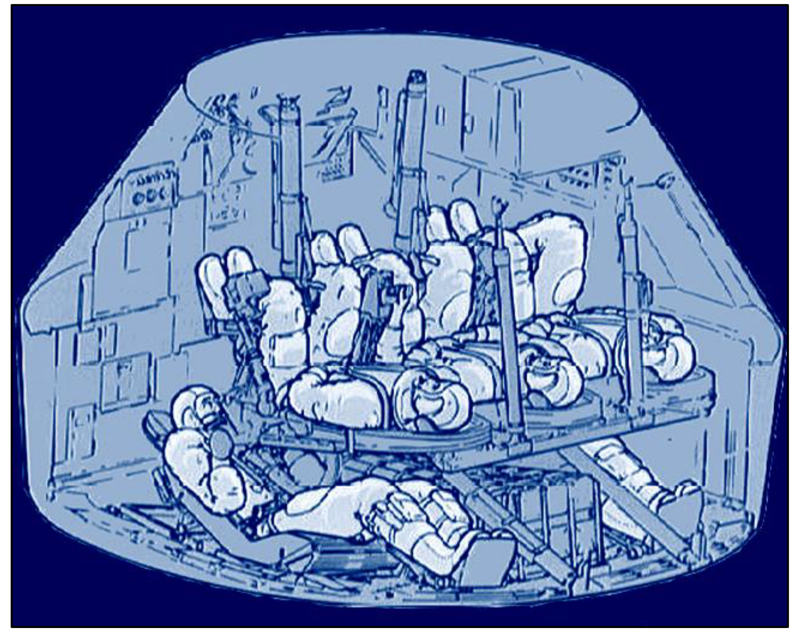
Misión de emergencia

Para asistir a una posible emergencia de rescate, se consideró necesario disponer de una nave Apollo para tal fin; la cápsula sería tripulada por dos astronautas (Brand y Lind) y dispondría de tres lugares para alojar a los rescatados (a pesar de esto la capacidad de rescate era limitada ya que la preparación de una misión de este tipo requeriría de 45 días de trabajo) los astronautas afortunadamente no utilizaron la cápsula de rescate en el Programa Skylab, pudiendo volar al espacio en misiones posteriores.









Caída

Cuando en el año 1972 se aprobó el presupuesto para la construcción del Space Shuttle, los responsables del proyecto Skylab vieron, en la nueva nave, el instrumento adecuado para la reactivación y posterior reutilización del laboratorio orbital, al terminar la misión Skylab en febrero de 1974, la NASA había previsto su caída para 1983, como el Space Shuttle debía volar hacia 1978 y ser operativo en 1979, se disponía de tiempo suficiente para enviar nuevas misiones tripuladas al laboratorio, sin embargo algunas predicciones basándose en el aumento de densidad de la alta atmósfera en los períodos de máxima actividad solar (1980), daban como fecha mas probable de caída en mayo de 1979.

Informada la NASA, planeó para 1978, un cambio de posición de la estación para que ésta se viera afectada por el mínimo rozamiento, en espera de poder utilizar una misión del Space Shuttle para levantar la órbita.

En los años siguientes, la posición del Skylab fue inestabilizándose y descendiendo, rápidamente se iniciaron posibles misiones de alzamiento de órbita (se pensó en un vehículo Agena-D lanzado por un cohete Atlas, que una vez acoplado, elevaría la órbita convenientemente) esta idea no prosperó porque no se dispuso del tiempo suficiente; por otra parte, el programa Shuttle llevaba en 1977 un año de retraso, descartándose su posible utilización para salvar el laboratorio, viendo la imposibilidad de evitar la caída, se estudió la posibilidad de controlarla mediante el envió de un grupo de motores de pequeña potencia (enviados por un cohete Scout o un Delta) en diciembre de 1978, el proyecto fue cancelado, este fue el último intento de controlar la nave de forma directa, anunciándose un retorno incontrolado, el cambio de posición efectuado en julio de 1978, redujo en 2,5 veces el rozamiento y fijaron la caída en noviembre de 1979, pero a medida que pasaban los días se afinaban las estimaciones y se creía que caería en julio de 1979, la órbita del Skylab barría una franja de 100º centrada en el Ecuador, eso significaba que Europa y Asia podían ser los continentes afectados por daños de trozos resultantes de la desintegración de la nave, entonces varias correcciones de posición retrasaron la caída, haciendo que esta ocurriera en zonas poco pobladas.

El día 10/06/1979 el Laboratorio Skylab inició su ultima órbita, la Estación de Seguimiento de la Isla Ascensión, indicó que la estructura giraba en forma incontrolable y comenzaba a desintegrarse, los primeros fragmentos cayeron frente a las costas de Australia y los últimos alcanzaron el desierto interior de la isla, el mayor fragmento recuperado tenía un peso de 500 Kg.

El Laboratorio Orbital Skylab completaba 34981 órbitas y pasaba a ser parte de la historia de la astronáutica como una de las primeras estaciones espaciales.

Compartiendo la pasión por la astronáutica, el espacio y la aviación estamos en



Biblioteca Instituto Nacional de Derecho Aeronáutico y Espacial (INDAE), Fuerza Aérea Argentina

Cometaria https://cometasentrerios.blogspot.com

Argentina en el espacio http://argentinaenelespacio.blogspot.com/

Libros, Revistas, Intereses http://thedoctorwho1967.blogspot.com/

Archivo Histórico de Revistas Argentinas www.ahira.com.ar



Estación Vientos del Sur http://vientosdelsurestacion.blogspot.com/

Sociedad Lunar Argentina https://sites.google.com/site/slasociedadlunarargentina/



Fuentes de información

Alberto Anunziato, Blog Cometas desde Entre Ríos

Daniel Marín, Blog Naukas

Historia de la Astronáutica, Tomo-III, Riego Ediciones, 1980

National Aeronautics and Space Administration (NASA)

Skylab, Wikipedia, Enciclopedia virtual



CAPSULA ESPACIAL REVISTA DIGITAL
CAPSULA ESPACIAL
capsula-espacial.blogspot.com